

بررسی علل تاخیر و افزایش هزینه پروژه‌های عمرانی درون شهری و ارائه راهکار اجرایی مناسب مبتنی بر مهندسی ارزش (مورد مطالعه: مترو کرج)

مظفر صادقی^۱، علی محمد احمدوند^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۰ نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

تأخیر در پروژه‌های عمرانی، یکی از متداول‌ترین مسائل و مشکلات در اجرای این نوع پروژه‌ها است. از سوی دیگر، یکی راهکارهایی که در سال‌های اخیر در کاهش تأخیر پروژه‌های عمرانی مؤثر بوده، راهکار مهندسی ارزش است. لذا هدف از انجام این تحقیق، بررسی علل تأخیر و افزایش هزینه پروژه‌های عمرانی درون شهری و ارائه راهکار اجرایی مناسب مبتنی بر مهندسی ارزش در مترو کرج است. نمونه آماری این تحقیق شامل ۶۱ نفر از کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران شرکت‌های پیمانکاری فعال در زمینه پروژه مترو کرج می‌باشد. به منظور شناسایی و استخراج مهمترین عوامل ایجادکننده تأخیر در پروژه مترو کرج، از روش مطالعات کتابخانه‌ای استفاده گردید. سپس بر مبنای عوامل استخراج شده، پرسشنامه‌ای مبتنی بر معیارهای مربوط به هر یک از این عوامل تنظیم گردید. پس از تأیید پایایی و روایی، پرسشنامه‌ها میان افراد نمونه آماری توزیع شدند. پس از جمع‌آوری داده‌های حاصل از پرسشنامه‌ها، برای اولویت‌بندی عوامل مؤثر در بروز تأخیرات، از آزمون فریدمن استفاده شد. نتایج نشان داد که مهمترین عوامل مؤثر در بروز تأخیرات در پروژه مترو کرج، عوامل ناشی از عملکرد پیمانکاران با میانگین رتبه‌های ۷.۳۱ است و همچنین از بین عوامل مرتبط با مهندسی ارزش بیشترین میانگین رتبه‌ها به مولفه عملکرد اختصاص یافت که نشان‌دهنده این است که این مولفه باید در اجرای پروژه‌های عمرانی بیشتر از سایر مولفه‌های مهندسی ارزش در نظر گرفته شود.

واژگان کلیدی: علل تأخیر، پروژه‌های عمرانی، راهکار اجرایی، مهندسی ارزش، مترو کرج

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی عمران- مدیریت ساخت، مؤسسه آموزش عالی ایوانکی، ایوانکی

^۲ استاد، مهندسی عمران- مدیریت ساخت، مؤسسه آموزش عالی ایوانکی، ایوانکی

ایوانکی، ۱۱۴۶-۳۵۹۱۵، a.ahmadvand@eyc.ac.ir

مقدمه

امروزه بخش عمده سرمایه هر کشور، به خصوص کشورهای در حال توسعه به پروژه‌های عمرانی و زیربنایی آن اختصاص دارد و یکی از عوامل رشد و توسعه اقتصادی هر جامعه، موفقیت در اجرای پروژه‌های عمرانی آن محسوب می‌گردد. عمده‌ترین معضلی که اغلب پروژه‌های بزرگ با آن مواجه هستند، تاخیر فازهای مختلف و در نهایت اتمام کار پروژه می‌باشد. اگر بهره‌برداری از پروژه‌ها با تاخیر مواجه شوند، ضمن اتلاف سرمایه‌های ملی، برخی از آن‌ها توجیه فنی و اقتصادی خود را از دست خواهند داد. تاخیر به‌عنوان مساله رایج، پر هزینه، پیچیده و ریسک، به نمایندگی از منطقه انتشار در صنعت ساخت و ساز در سراسر جهان اذعان می‌شود [۱].

تاخیرها در هر پروژه‌ای رخ می‌دهند و اندازه آن‌ها بطور معنی‌داری از پروژه‌ای به پروژه دیگر متفاوت است. با افزایش مدت اتمام پروژه، هزینه‌ها افزایش می‌یابند و ضرر و زیان ناشی از عدم اتمام به‌موقع پروژه، هزینه‌های سنگینی بر پروژه یا طرح تحمیل می‌نماید [۲، ۳]. از سوی دیگر، تاخیر در زمان و افزایش هزینه پروژه‌های ساخت می‌تواند بر اهداف کیفی آن‌ها نیز تاثیر داشته باشد، شناسایی علل تاخیرات و ریشه‌یابی آن‌ها در پروژه‌ها امر ضروری می‌باشد تا بتوان تاخیرات منفی آن‌ها را به حداقل رساند. لذا بررسی عوامل به‌وجود آورنده تاخیرات زمانی و افزایش هزینه و تعیین تاثیر هر یک از آن‌ها بر اهداف اصلی پروژه یعنی زمان، هزینه و کیفیت می‌تواند کمک بزرگی به مدیریت، برای انجام هرچه بهتر پروژه‌های آتی نماید و با شناسایی مهم‌ترین عوامل بروز تاخیر در پروژه‌ها، می‌توان راهکار مفیدی را جهت کاهش یا حذف آن‌ها ارائه نمود. از سوی دیگر، روش (یا روش‌های) بهینه‌سازی که موجب اجرای پروژه در چارچوب هزینه و زمان برنامه‌ریزی اولیه می‌شود، عامل موثری در کاهش اثرات سوء عوامل فوق می‌گردد، لذا امروزه گسترش کاربرد مهندسی ارزش در طراحی و اجرای پروژه‌های عمرانی نشان از توانایی این رویکرد در کاهش هزینه، افزایش و بهبود کیفی پروژه و ایجاد ارزش‌های افزوده دارد که می‌تواند در رویه طراحی و بعد از طراحی مورد استفاده قرار گیرد.

مهندسی ارزش به‌عنوان یکی از کارآمدترین و مهم‌ترین روش‌های بالابردن ارزش و حفظ کارکردهای نهایی پروژه مطرح می‌باشد. مهندسی ارزش، فرایندی است که بر بهبود کارکرد یک محصول از نظر کیفیت، زمان و گسترش دامنه کارکرد بدون افزایش هزینه‌ها متمرکز می‌شود، از مولفه‌های این فرآیند می‌توان به اطلاعات، عملکرد، خلاقیت، ارزیابی و توسعه اشاره نمود. به‌کارگیری مهندسی ارزش در مدیریت پروژه با توجه به پیچیدگی روند اجرای پروژه می‌تواند به ابزاری جهت شناسایی و حذف هر گزینه‌ای تبدیل شود که موجب تحمیل هزینه‌های غیرضروری و اتلاف زمان می‌شود، بدون اینکه آسیبی به کارکردهای اساسی پروژه وارد شود. بنابراین هدف از انجام این تحقیق، بررسی علل تاخیر و افزایش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی درون شهری و ارائه راهکار مناسب مبتنی بر مهندسی ارزش در مترو کرج به‌عنوان پروژه عمرانی مورد مطالعه می‌باشد.

پیشینه تحقیق

محققان در مرجع [۴]، با بررسی پروژه‌های ساخت و ساز نشان دادند که تنها ۳۰ درصد آن‌ها در زمان مقرر و برنامه‌ریزی شده تکمیل گردیده و متوسط افزایش زمان بین ۱۰ تا ۳۰ درصد است. آن‌ها ۵۶ دلیل اصلی تاخیر در پروژه‌های بزرگ را شناسایی کردند و بر این اساس، مهم‌ترین دلایل را تاخیر در تهیه و تدارک نقشه‌های تفصیلی، تاخیر در پیشرفت کار پیمانکار، تاخیر در پرداخت کارفرما به پیمانکار و تغییرات در طرح اولیه بیان نمودند. محققان در مرجع [۵]، به بررسی دلایل تاخیر در پروژه‌های ساخت جاده در مصر پرداختند. در این تحقیق، فهرستی از دلایل تاخیر ساخت و ساز از ادبیات انواع مختلف ساخت، کشورهای مختلف، دوره‌ها و تعداد مختلفی از دلایل و گروه‌های تاخیر مطالعه گردید. پرسشنامه‌ها و مصاحبه‌های شخصی متشکل از ۲۹۳ دلیل تاخیر به‌عنوان مبنای این تحقیق قرار گرفتند. نتایج نشان داد که همبستگی خوبی از دلایل و گروه‌ها، بین پیمانکاران و مهندسان سایت / طراح و بین مشاوران و مهندسان طراح سایت و همبستگی تا حدودی کم بین پیمانکاران و مشاوران وجود دارد.

بنابراین هیچ دلیل ریشه‌ای که بتواند با اثر بیشتر یا کمتر بر علل تاخیر در نظر گرفته شود، وجود نداشت. محقق در مرجع [۶]، در تحقیقات خود مبتنی بر شناسایی عوامل تاخیر در زمان و افزایش هزینه در پروژه‌ها، ۱۶ عامل مهم که دلایل تاخیر در زمان و افزایش هزینه هستند را شناسایی نمود. مهم‌ترین این دلایل عبارت از تنظیمات پرداخت‌ها و مسائل مالی، مدیریت قراردادی ضعیف، کمبود مصالح، تخمین‌های نادرست زمان و هزینه و نوسان در قیمت‌ها می‌باشد. محقق در مرجع [۷]، در تحقیق خود بیان نمود که عمده‌ترین معضلی که اغلب پروژه‌های بزرگ با آن مواجه هستند، تاخیر فازهای مختلف و در نهایت اتمام کار پروژه می‌باشد. از سوی دیگر، مهندسی ارزش، یک فرایند ساختاریافته و چندتخصصی می‌باشد که با تحلیل کارکردهای پروژه برای دست‌یافتن به بهترین ارزش با کمترین هزینه دوره عمر پروژه تلاش می‌کند. محققان در مرجع [۸]، به بررسی پروژه‌های ساخت و ساز در کشور غنا پرداختند و نشان دادند که بیش از ۳۳ مورد از پروژه‌های عمرانی از میان ۴۷ مورد، دچار تاخیر شده بودند. برخی از دلایل تاخیر در پروژه‌های ساخت و ساز در کشور غنا در این تحقیقات شامل اجرای فنی ضعیف در اثر برنامه‌ریزی نامناسب، عدم وجود هماهنگی‌های لازم بین تیم‌های درگیر در پروژه، عدم استفاد از تکنیک‌های مناسب زمان‌بندی در پروژه‌ها و عدم وجود نیروی ماهر در زمینه مدیریت پروژه‌ها بوده است.

محققان در مرجع [۹]، به شناسایی و اولویت‌بندی علل تاخیر در پروژه‌های توسعه شبکه جمع-آوری فاضلاب به روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)^۱ پرداختند. در این پژوهش نسبت به شناسایی علل بروز تاخیر در پروژه‌های توسعه شبکه جمع‌آوری فاضلاب در محدوده تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب منطقه ۳ تهران پرداخته شد. در این راستا مشخص گردید که مشکلات مالی کارفرما دارای بیشترین تاثیر و در رتبه اول و مشکلات مالی پیمانکار و مشکلات در اخذ مجوزها در رده دوم و سوم رتبه‌بندی عوامل تاخیر قرار دارند. محقق در مرجع [۱۰]، به نحوه به‌کارگیری مهندسی ارزش در صنعت ساختمان و پروژه‌های عمرانی، با مقایسه تجارب ایران و کشورهای پیشرفته پرداخت. در این تحقیق با دیدگاهی ساده و کاملاً عملیاتی، نحوه به‌کارگیری این تکنیک در پروژه‌های عمرانی به‌صورت گام به گام تشریح شد و تجربیات کسب‌شده از چندین پروژه که در آن‌ها موضوع بهینه‌سازی از اهمیت و جایگاه بالایی برخوردار بوده، مرور گردید. محقق در مرجع [۱۱]، در تحقیق خود علل تاخیرات صنعت ساخت و ساز را در کشورهای مختلف در حال توسعه جهان مطالعه نمود. وی تاکید کرد که واگذاری به‌موقع پروژه با هزینه و کیفیت مطلوب و استاندارد توسط کارفرما یکی از دلایل تحویل موفقیت‌آمیز پروژه است. شکست در انجام به‌موقع و با هزینه و کیفیت معین شده پروژه ناشی از تاثیرات منفی و غیرقابل پیش‌بینی مختلف روی پروژه است.

محققان در مرجع [۱۲]، به پیاده‌سازی مهندسی ارزش در اجرای پروژه عمرانی بدنه سدهای حاکی در سد سیکان دره‌شهر در استان ایلام پرداختند. در این پژوهش، مهندسی ارزش در کنار روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به عنوان یک ابزار، جهت انتخاب بهترین گزینه نوع سد و همچنین بهترین نوع سرریز استفاده شد. با توجه به نتایج مشخص گردید که بهترین گزینه، سد بتن غلتکی با سرریز آزاد می‌باشد.

در مجموع با مروری بر پژوهش‌های انجام گرفته پیشین، چارچوب نظری تحقیق و استفاده از نظرات کارشناسان خبره و همچنین ادغام برخی مولفه‌های علل تاخیر بدلیل جامعیت کلی و تعمیم آن‌ها در ابعاد مختلف، از دید پژوهشگران، ابعاد چهارگانه موثر بر تاخیر در پروژه‌ها، عبارتند از:

- ۱) عوامل ناشی از عملکرد کارفرما
- ۲) عوامل ناشی از عملکرد مشاور
- ۳) عوامل ناشی از عملکرد پیمانکار
- ۴) عوامل ناشی از سایر عوامل

همچنین با توجه به بررسی مطالعات انجام شده مرتبط با موضوع این تحقیق و همچنین مبانی نظری مرتبط با مفاهیم پروژه‌های عمرانی، علل تاخیر و مهندسی ارزش، تحقیق حاضر بر مبنای مدل

^۱ Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)

شکل ۱ "انجام گرفت که در آن علاوه بر روش‌های اقتباس شده از تحقیقات قبلی، به ارائه راهکارهای مناسب برای جلوگیری از تاخیر بر مبنای مهندسی ارزش پرداخته شد.



شکل ۱: مدل مفهومی تحقیق (کاهش تاخیر به معنای کاهش هزینه نیز می‌باشد که مهندسی ارزش باعث کاهش همزمان هزینه و زمان و در نتیجه کاهش تاخیر پروژه عمرانی می‌گردد)

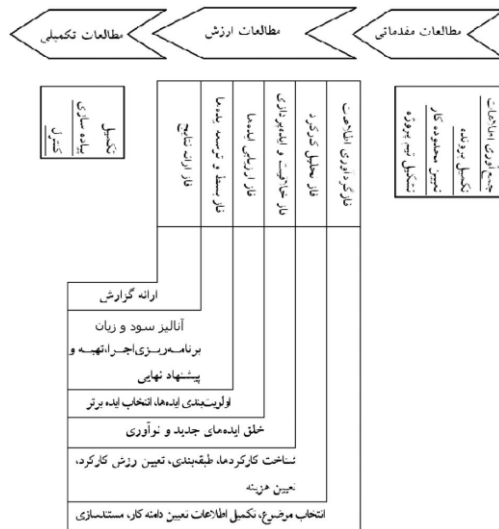
مفاهیم تاخیر و مهندسی ارزش

تأخیر پروژه، عمل یا رویدادی است که برنامه زمان‌بندی شده یک قرارداد را طولانی کند یا زمانی که از تاریخ تشکیل شده در قرارداد یا از تاریخی که طرفین روی پروژه توافق کرده‌اند، تجاوز نماید [۱۳]، تأخیر در پروژه‌های عمرانی به دلیل پیچیدگی خاص آن‌ها امری غیرقابل انکار است، همچنین تأخیر می‌تواند بر اهداف کیفی پروژه‌ها نیز تأثیر داشته باشد و مجریان پروژه به منظور جلوگیری از جریمه‌های ناشی از تاخیرات غیرمجاز و تکمیل پروژه در موعد مقرر، روند اجرای پروژه در یک بازه زمانی را تسریع کنند که در بعضی موارد برای دستیابی به این هدف، کیفیت اجرای پروژه بطور چشمگیری کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، مهندسی ارزش، فرایندی است که بر بهبود کارکرد یک محصول از نظر کیفیت، زمان و گسترش دامنه کارکرد بدون افزایش هزینه‌ها متمرکز می‌شود.

اصولاً در انتخاب پروژه برای اجرای مهندسی ارزش، کل صرفه‌جویی مورد انتظار باید از ۱۰ برابر هزینه مطالعات بیشتر باشد. بدلیل بالا بودن هزینه پروژه‌های عمرانی، مطالعات و اجرای مهندسی ارزش در این پروژه‌ها بسیار حائز اهمیت است. پیاده‌سازی مهندسی ارزش در چهارچوب مدیریت

پروژه، این امکان را فراهم می‌آورد که ضمن توجه به تمام اجزای پروژه، هیچ بخشی از پروژه مسلم و قطعی فرض نگردد و همواره زمان بهینه برای رسیدن به مرحله بهره‌برداری بدون افزودن بر هزینه و یا کاستن از کیفیت به‌عنوان هدف پیش رو باشد [۱۴، ۱۵]، همچنین محقق در مرجع [۱۶]، بیان نمود که تحلیل عملکرد یک عامل لازم و صحیح در مطالعات مهندسی ارزش است و آن را از روش‌های قدیمی و سنتی کاهش هزینه‌ها متفاوت می‌سازد. از مفاهیم مرتبط با مهندسی ارزش می‌توان به مدیریت ارزش، تحلیل ارزش و برنامه‌ریزی ارزش اشاره نمود. مدیریت ارزش، عبارت است از یک روش سازمان یافته که بیابگر ارزش یک طرح از نظر کارفرما در جهت رفع یک نیاز معلوم می‌باشد. تحلیل ارزش عبارت است از یک روش خلاقانه که هدف از آن تعیین هزینه‌های اضافی می‌باشد. هزینه‌های اضافی شامل بخشی از هزینه‌ها هستند که نقش موثری در افزایش کیفیت، کاربرد و بازدهی ندارند. برنامه‌ریزی ارزش قبل از تحلیل ارزش و مدیریت ارزش انجام می‌گیرد و هدف آن توسعه از طریق مشاوره اولیه عوامل ذینفع برای تعیین ارزش‌های مشترک و به‌کارگیری فعالیت‌ها در جهت آرمان‌های سازمان است [۱۷].

محققان در مرجع [۱۸]، بر اهمیت استفاده از مهندسی ارزش در کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری و کارایی، اصلاح‌های لازم در روش اجرای کار و به‌کارگیری منابع (مواد و مصالح ساختمانی و غیره) تاکید نمودند. برنامه کار مهندسی ارزش، یک فرایند سیستماتیک و یک چارچوب کار جهت انجام تمام فعالیت‌های ضروری مطالعه ارزش می‌باشد. سه مرحله اصلی مهندسی ارزش، براساس استاندارد منتشر شده انجمن بین‌المللی مهندسی ارزش بصورت "شکل ۲" می‌باشند.



شکل ۲: الگوی برنامه کار مهندسی ارزش

بنابراین در این تحقیق، دلایل مختلف تاخیر در پروژه‌های عمرانی شناسایی شدند و با توجه به اثر مستقیم تاخیر بر هزینه و کیفیت پروژه، میزان تاثیر هر یک از این دلایل بر اهداف زمانی، مالی و کیفی پروژه مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند تا بتوان راهکار مناسبی را براساس مهندسی ارزش جهت تقلیل یا حذف این عوامل ارائه نمود. همچنین با استفاده از نتایج حاصله و شناسایی عواملی که احتمال وقوع آنها در این گونه پروژه‌ها زیاد می‌باشد، می‌توان قبل از شروع پروژه، برنامه‌ریزی موثری را جهت پیشگیری از وقوع این عوامل انجام داد و یا تاثیر آنها بر اهداف اصلی پروژه را به حداقل رساند. همچنین بررسی و مطالعه تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که اگرچه عوامل ایجاد تاخیر در پروژه‌های عمرانی تاکنون در پژوهش‌های افراد و محققان زیادی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند، اما این تحقیقات عمدتاً بر روی پروژه‌های محدودی صورت گرفته‌اند و فقط به بررسی تاخیرات زمانی و افزایش هزینه پرداخته و به‌ندرت به ارائه راهکار منجر شده‌اند. در صورتی که در این پژوهش علاوه بر بررسی علل تاخیرات زمانی و افزایش هزینه، به تعریف مهندسی ارزش و برنامه کاری آن پرداخته شده و به‌دنبال جنبه‌هایی از مهندسی ارزش رفته تا بتوان روشی مناسب برای کاستن از تاخیرات و افزایش هزینه‌ها یافت.

روش تحقیق

تحقیق حاضر از جنبه هدف، تحقیق کاربردی و از نظر جمع‌آوری اطلاعات، توصیفی می‌باشد. جامعه آماری مورد استفاده در این پژوهش، کارشناسان، مدیران، مشاوران و پیمانکاران شرکت‌های پیمانکاری و مشاوره فعال در زمینه پروژه‌های عمرانی درون شهری مترو کرج می‌باشد. نمونه‌گیری در این تحقیق با استفاده از جدول مورگان انجام گرفت که نمونه آماری این تحقیق، ۶۱ نفر از مدیران (کارفرمایان)، پیمانکاران و مشاوران در حوزه پروژه درون‌شهری مترو کرج است. ابزار گردآوری اطلاعات آن، پرسشنامه تدوین شده مبتنی بر نظرات خبرگان و متخصصان و افراد صاحب‌نظر در موضوع مورد پژوهش است که عموماً از استادان دانشگاهی و افراد متخصص در این زمینه بوده که دارای تجربه و تخصص و اطلاعاتی می‌باشند که امکان کسب آن اطلاعات از اشخاص دیگر میسر نمی‌باشد. بنابراین در این تحقیق با استفاده از روش پرسشنامه‌ای و بر مبنای نظرات افرادی که در ارتباط با پروژه مترو کرج می‌باشند (شامل پیمانکار، مشاور و کارفرما)، به بررسی و اولویت‌بندی عوامل موثر در بروز تاخیرات در این پروژه پرداخته شد.

در ابتدا پرسشنامه‌ای تهیه گردید که مبنای تهیه آن، مطالعات کتابخانه‌ای، مقالات و نظرات استادان و کارشناسان مرتبط با این پروژه بود. در این پرسشنامه عوامل موثر در بروز تاخیرات در پروژه مترو کرج شامل مولفه‌های مهندسی ارزش (دارای پنج مولفه اطلاعات، عملکرد، خلاقیت،

ارزیابی و توسعه) با زمان و هزینه به عنوان دو مولفه تاخیر (منظور از آن‌ها کلیه عوامل مرتبط با تاخیر پروژه در چهار بعد عوامل ناشی از عملکرد کارفرما، عوامل ناشی از عملکرد مشاور، عوامل ناشی از عملکرد پیمانکار و عوامل ناشی از سایر عوامل است) بود که مجموعاً شامل ۹ عامل در پرسشنامه بوده و معیارهای مرتبط با هریک از این عوامل تدوین گردید. بنابراین پرسشنامه مورد نظر در این تحقیق، محقق ساخته و مبتنی بر نظرات خبرگان و متخصصان می‌باشد که از دو قسمت تشکیل شده است، در قسمت اول، مشخصه‌های فردی شامل سن، جنسیت، میزان تحصیلات، سابقه کار و پست سازمانی قرار دارد.

در قسمت دوم، سوالات پرسشنامه شامل ۴۵ سوال می‌باشد. مراحل تدوین پرسشنامه فوق‌بدين صورت است که در مرحله اول با استفاده از مبانی نظری و شاخص‌های موجود در فرضیات، تعداد ۵۵ سوال تنظیم گردید و در مرحله بعد، پرسشنامه اولیه به تعدادی از خبرگان شامل استادان دانشگاه و مدیران مرتبط با موضوع تحقیق، ارائه گردید. پس از اعمال نظر آنان، تعداد ۱۰ پرسشی از کل سوالات حذف گردید و در مرحله بعد، روایی آن از طریق روایی محتوایی و پایایی آن از طریق آزمون آلفای کرونباخ بررسی شد. همچنین از منابع کتابخانه‌ای، بررسی اسناد و مدارک، کتب، مقالات و پایان‌نامه‌ها و استفاده از منابع اینترنتی و مدارک و اسناد سازمانی (آمارها، گزارش‌های عملکرد و غیره) و مصاحبه با مشاوران پروژه به عنوان ابزار مکمل و ثانویه در تدوین پرسشنامه و انجام تحقیق استفاده گردیده است. در مورد پایایی پرسشنامه ضریب آلفای کرونباخ برای هر دسته از سوالات مربوط به هریک از عوامل پرسشنامه و همچنین کل پرسشنامه بالای ۰/۷ به دست آمد که اعتبار پرسشنامه را تایید کرد. در مورد روایی پرسشنامه نیز از شاخص نسبت روایی محتوایی استفاده گردید. این شاخص توسط لاوشه طراحی شده است. جهت محاسبه این شاخص از نظرات کارشناسان متخصص در زمینه محتوای آزمون مورد نظر استفاده می‌شود و با توضیح اهداف آزمون برای آن‌ها و ارائه تعاریف عملیاتی مربوط به محتوای سؤالات به آن‌ها، از آن‌ها خواسته می‌شود تا هر یک از سؤالات را بر اساس طیف سه بخشی لیکرت "گویه ضروری است"، "گویه مفید است ولی ضروری نیست" و "گویه ضرورتی ندارد" طبقه‌بندی کنند. سپس بر اساس "رابطه (۱)"، نسبت روایی محتوایی محاسبه می‌شود.

$$CV = \frac{S - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}} \quad (1)$$

در رابطه فوق، S تعداد متخصصینی که گزینه ضروری را انتخاب کردند و N تعداد کل می‌باشد. براساس تعداد متخصصینی که سؤالات را مورد ارزیابی قرار داده‌اند، حداقل مقدار CVR قابل قبول براساس "جدول ۱" می‌باشد. سؤالاتی که مقدار CVR محاسبه شده برای آن‌ها کمتر از میزان مورد

نظر با توجه به تعداد متخصصین ارزیابی کننده سؤال باشد، باید از آزمون کنار گذاشته شوند به علت اینکه براساس شاخص روایی محتوایی، روایی محتوایی قابل قبولی ندارند. براساس تعداد متخصصینی که سؤالات را مورد ارزیابی قرار داده‌اند که در این تحقیق ۳۰ متخصص بود، مقدار CVR برابر ۰/۶ به دست آمد که براساس "جدول ۱"، این مقدار بیشتر از ۰/۳۳ می‌باشد و روایی پرسشنامه را تأیید می‌کند.

جدول ۱: حداقل مقدار CVR قابل قبول بر اساس تعداد متخصصین نمره‌گذار

تعداد متخصصین	مقدار CVR	تعداد متخصصین	مقدار CVR	تعداد متخصصین	مقدار CVR
۵	۰/۹۹	۱۱	۰/۵۹	۲۵	۰/۳۷
۶	۰/۹۹	۱۲	۰/۵۶	۳۰	۰/۳۳
۷	۰/۹۹	۱۳	۰/۵۴	۳۵	۰/۳۱
۸	۰/۷۵	۱۴	۰/۵۱	۴۰	۰/۲۹
۹	۰/۷۸	۱۵	۰/۴۹		
۱۰	۰/۶۲	۲۰	۰/۴۲		

با توزیع پرسشنامه در بین ۶۱ نفر افراد نمونه آماری شامل پیمانکاران، مشاوران و کارفرمایان پروژه مترو کرج، نتایج توزیع فراوانی نشان داد که بیشترین افراد نمونه آماری شامل پیمانکاران پروژه‌ها بودند که ۵۴/۱۰ درصد افراد نمونه آماری این تحقیق را تشکیل می‌دهند که نتایج آن در "نمودار ۱" نشان داده شده است.



نمودار ۱: توزیع درصد فراوانی جایگاه فرد پاسخ‌دهنده در پروژه

پس از بررسی سایر مشخصات مربوط به پاسخ‌دهندگان نظیر تجربه کاری، میزان تحصیلات و غیره، داده‌های حاصل از پرسشنامه‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. پس از تحلیل داده‌های حاصل به کمک نرم‌افزار SPSS و استخراج علل تاخیر و افزایش هزینه در پروژه عمرانی درون شهری مترو کرج، به بررسی و دسته‌بندی آنها بر مبنای عوامل پرسشنامه پرداخته شد. لذا در این تحقیق به

منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شده است. در آمار توصیفی از جداول فراوانی و درصدها، میانگین و انحراف معیارهای مربوط به بررسی خصوصیات جمعیت شناختی پاسخ‌دهندگان و در آمار استنباطی از آزمون کولموگروف - اسمیرونوف برای تعیین نرمال بودن متغیرها استفاده شد. همچنین پس از انجام آزمون کولموگروف - اسمیرونوف در مورد نرمال بودن داده‌ها، نتایج نشان داد که معناداری در سطح کمتر از ۰.۰۵ است و داده‌ها نرمال نمی‌باشند، لذا به منظور رتبه‌بندی داده‌ها از آزمون غیرپارامتری فریدمن استفاده گردید و برای بررسی وجود ارتباط بین متغیرهای پیش‌بین (مولفه‌های مهندسی ارزش) و ملاک پژوهش (هزینه و زمان) از آزمون ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد.

نتایج و بحث

در این تحقیق برای رتبه‌بندی علل تاخیر و افزایش هزینه در پروژه درون شهری مترو کرج از آزمون فریدمن استفاده شد. این آزمون، یک آزمون ناپارامتری معادل تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری است که از آن برای مقایسه رتبه‌ها در بین چند گروه استفاده می‌شود. فرض صفر در این آزمون مبتنی بر یکسان بودن میانگین رتبه‌ها در بین گروه‌ها است. در تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری، از هر نمونه یک متغیر به صورت تکراری در حالات مختلف اندازه‌گیری می‌شود. در صورتی که در آزمون فریدمن اندازه‌ها و امتیازات داده شده به وسیله یک نمونه (نفر) داده می‌شود. نتایج آزمون فریدمن برای رتبه‌بندی علل تاخیر و افزایش هزینه در پروژه درون شهری مترو کرج در "جدول ۲" نشان داده شده است.

جدول ۲: نتایج آزمون فریدمن برای رتبه‌بندی علل تاخیر و افزایش هزینه در پروژه درون شهری

مترو کرج

میانگین رتبه‌ها	عوامل
۴.۵۲	عوامل ناشی از عملکرد کارفرما
۳.۱۹	عوامل ناشی از عملکرد مشاور
۷.۳۱	عوامل ناشی از عملکرد پیمانکار
۶.۰۰	عوامل ناشی از عملکرد سایر عوامل
۴.۹۷	اطلاعات
۵.۷۵	عملکرد
۵.۳۷	خلاقیت
۳.۶۰	ارزیابی
۴.۲۹	توسعه

در جدول فوق، هر گروهی که رتبه میانگین بیشتری دارد، از نظر افراد، رتبه بالاتری کسب کرده است. همانطور که مشخص شده، بیشترین میانگین رتبه‌ها (امتیازات) مربوط به عوامل ناشی از عملکرد پیمانکار است. همچنین کمترین آن مربوط به عوامل ناشی از عملکرد مشاور می‌باشد. رتبه‌ی معیارهای مرتبط به هر یک از عوامل نیز قابل بررسی است که در به‌صورت زیر بیان شده است. نتایج آزمون فریدمن برای رتبه‌بندی معیارهای عوامل ناشی از عملکرد کارفرما، مشاور، پیمانکار و سایر عوامل از عوامل تاخیر و افزایش هزینه در پروژه درون شهری مترو کرج در "جدول ۳ تا ۶" نشان داده شده است.

جدول ۳: نتایج آزمون فریدمن برای رتبه‌بندی معیارهای عوامل ناشی از عملکرد کارفرما به‌عنوان یکی از عوامل تاخیر و افزایش هزینه در پروژه درون شهری مترو کرج

میانگین رتبه‌ها	معیارها
۴.۳۵	عدم تخصیص بودجه مناسب و منابع مالی به‌موقع
۲.۱۴	تاخیر در تهیه مصالح و موارد در تعهد کارفرما
۲.۸۹	عدم توجه به شرایط بازار و گشایش به‌موقع اعتبار
۲.۲۱	برای خریدهای خارجی
۳.۴۱	کم‌رنگ بودن اهمیت دانش مدیریت پروژه و محدودیت‌های فصل کاری منطقه
	ضعف در مدیریت ریسک و عدم شناسایی دقیق عوامل منجر به تاخیر

همانطور که مشخص شده، بیشترین میانگین رتبه‌ها مربوط به عدم تخصیص بودجه مناسب و منابع مالی به‌موقع است. همچنین کمترین آن مربوط به تاخیر در تهیه مصالح و موارد در تعهد کارفرما می‌باشد. سایر معیارها به ترتیب میانگین رتبه‌ها عبارت از ضعف در مدیریت ریسک و عدم شناسایی دقیق عوامل منجر به تاخیر، عدم توجه به شرایط بازار و گشایش به‌موقع اعتبار برای خریدهای خارجی و کم‌رنگ بودن اهمیت دانش مدیریت پروژه و محدودیت‌های فصل کاری منطقه می‌باشند.

جدول ۴: نتایج آزمون فریدمن برای رتبه‌بندی معیارهای عوامل ناشی از عملکرد مشاور به‌عنوان

یکی از عوامل تاخیر و افزایش هزینه در پروژه درون‌شهری مترو کرج

میانگین رتبه‌ها	معیارها
۲.۳۲	ضعف فنی بخش‌های طراحی و برنامه‌ریزی مطالعات
۲.۳۴	تاخیر در رسیدگی به اسناد پیمانکار
۳.۴۸	ضعف در کنترل به‌موقع برنامه زمان‌بندی
۲.۹۴	و عدم وجود کارشناسان
۳.۹۳	ضعف فنی و مدیریتی دستگاه نظارت مقیم
	و رفع به‌موقع مشکلات فنی
	تاخیر در تهیه نقشه‌های مورد نیاز در طول اجرا

همانطور که مشخص شده، بیشترین میانگین رتبه‌ها مربوط به تاخیر در تهیه نقشه‌های مورد نیاز در طول اجرا است. همچنین کمترین آن مربوط به ضعف فنی بخش‌های طراحی و برنامه‌ریزی مطالعات می‌باشد. سایر معیارها به ترتیب میانگین رتبه‌ها عبارت از ضعف در کنترل به‌موقع برنامه زمان‌بندی و عدم وجود کارشناسان، ضعف در کنترل به‌موقع برنامه زمان‌بندی و عدم وجود کارشناسان و تاخیر در رسیدگی به اسناد پیمانکار می‌باشند.

جدول ۵: نتایج آزمون فریدمن برای رتبه‌بندی معیارهای عوامل ناشی از عملکرد پیمانکار به‌عنوان

یکی از عوامل تاخیر و افزایش هزینه در پروژه درون‌شهری مترو کرج

میانگین رتبه‌ها	معیارها
۴.۳۵	ضعف توانایی و مدیریت مالی پیمانکار
۴.۱۷	عدم تناسب ماشین‌آلات و امکانات با نوع و حجم کار
۲.۳۲	کمبود نیروی انسانی متخصص
۲.۶۹	و مدیریت و برنامه‌ریزی ضعیف کار
۰.۳	روش‌های اجرای نامناسب و تجربه ناکافی در اجرای کار
	مدیریت ناکارآمد ریسک و کیفیت بد اجرای کار

همانطور که مشخص شده، بیشترین میانگین رتبه‌ها مربوط به ضعف توانایی و مدیریت مالی پیمانکار است. همچنین کمترین آن مربوط به کمبود نیروی انسانی متخصص و مدیریت و برنامه‌ریزی ضعیف کار می‌باشد. سایر معیارها به ترتیب میانگین رتبه‌ها عبارت از عدم تناسب ماشین‌آلات و امکانات با نوع و حجم کار، مدیریت ناکارآمد ریسک و کیفیت بد اجرای کار و روش‌های اجرای نامناسب و تجربه ناکافی در اجرای کار می‌باشند.

جدول ۶: نتایج آزمون فریدمن برای رتبه‌بندی معیارهای عوامل ناشی از سایر عوامل به‌عنوان یکی از عوامل تاخیر و افزایش هزینه در پروژه درون‌شهری مترو کرج

میانگین رتبه‌ها	معیارها
۱.۸۳	خطر آفرین بودن محیط‌های انجام پروژه
۳.۲۰	و عوامل خارجی نظیر آب و هوا
۳.۹۱	اعمال نظرهای شخصی و بروکراسی اداری
۳.۰۱	تحریم‌های بازرگانی و مالی
۳.۰۵	نارسایی اسناد قرارداد و دستورالعمل‌های اجرایی و فنی مورد نیاز عدم توجه به مهندسی ارزش

همانطور که مشخص شده، بیشترین میانگین رتبه‌ها مربوط به تحریم‌های بازرگانی و مالی است. همچنین کمترین آن مربوط به خطر آفرین بودن محیط‌های انجام پروژه و عوامل خارجی نظیر آب و هوا می‌باشد. سایر معیارها به‌ترتیب میانگین رتبه‌ها عبارت از اعمال نظرهای شخصی و بروکراسی اداری، عدم توجه به مهندسی ارزش و نارسایی اسناد قرارداد و دستورالعمل‌های اجرایی و فنی مورد نیاز می‌باشند.

همچنین آزمون فریدمن برای رتبه‌بندی معیارهای اطلاعات، عملکرد، خلاقیت، ارزیابی و توسعه به‌عنوان عوامل مهندسی ارزش در بروز تاخیر و افزایش هزینه در پروژه درون‌شهری مترو کرج انجام گردید و نتایج آن در "جداول ۷ تا ۱۱" نشان داده شده است.

جدول ۷: نتایج آزمون فریدمن برای رتبه‌بندی معیارهای اطلاعات به‌عنوان یکی از عوامل مهندسی ارزش در بروز تاخیر و افزایش هزینه در پروژه درون‌شهری مترو کرج

میانگین رتبه‌ها	معیارها
۳.۴۰	عدم سیستماتیک بودن فرآیند دریافت
۲.۷۷	و انتقال اطلاعات
۳.۰۹	عدم اعتبار و پایایی منابع اطلاعات
۲.۶۸	فقدان تفسیر و ساده‌سازی اطلاعات
۳.۰۶	با استفاده از تجربیات پروژه‌های پیشین عدم درک نیازهای متقاضی با توجه به عملکرد و هزینه عدم کفایت اطلاعات برای تصمیم‌گیری مناسب

همانطور که مشخص شده، بیشترین میانگین رتبه‌ها مربوط به عدم سیستماتیک بودن فرآیند دریافت و انتقال اطلاعات است. همچنین کمترین آن مربوط به عدم درک نیازهای متقاضی با توجه به عملکرد و هزینه می‌باشد. سایر معیارها به ترتیب میانگین رتبه‌ها عبارت از فقدان تفسیر و ساده‌سازی اطلاعات با استفاده از تجربیات پروژه‌های پیشین، عدم کفایت اطلاعات برای تصمیم‌گیری مناسب و عدم اعتبار و پایایی منابع اطلاعات می‌باشند.

جدول ۸: نتایج آزمون فریدمن برای رتبه‌بندی معیارهای عملکرد به‌عنوان یکی از عوامل مهندسی ارزش در بروز تاخیر و افزایش هزینه در پروژه درون‌شهری مترو کرج

میانگین رتبه‌ها	معیارها
۳.۴۹	فقدان تفکیک کارکردهای غیرضروری از کارکردهای ضروری پروژه‌ها
۲.۵۰	مشخص نکردن و عدم تعریف وظیفه و کار اصلی پروژه
۳.۷۴	عدم ساخت و توسعه ماتریس هزینه - عملکرد
۲.۸۰	فقدان ساخت مدل‌های هزینه و ارزش هر عملکرد عدم ساخت نمودار سرعت

بیشترین میانگین رتبه‌ها مربوط به فقدان ساخت مدل‌های هزینه و ارزش هر عملکرد است. همچنین کمترین آن مربوط به عدم ساخت و توسعه ماتریس هزینه - عملکرد می‌باشد. سایر معیارها به ترتیب میانگین رتبه‌ها عبارت از فقدان تفکیک کارکردهای غیرضروری از کارکردهای ضروری پروژه‌ها، عدم ساخت نمودار سرعت و فقدان تفکیک کارکردهای غیرضروری از کارکردهای ضروری پروژه‌ها می‌باشند.

جدول ۹: نتایج آزمون فریدمن برای رتبه‌بندی معیارهای خلاقیت به‌عنوان یکی از عوامل مهندسی ارزش در بروز تاخیر و افزایش هزینه در پروژه درون‌شهری مترو کرج

میانگین رتبه‌ها	معیارها
۳.۷۷	نبود ارزشمندی خلاقیت و نوآوری در عملکرد
۲.۶۱	عدم به‌کارگیری اندیشه‌های گروهی
۲.۵۰	انتقاد از پیشنهادهای دیگران
۳.۰۶	محدودیت در تفکر و پیشنهاد
۳.۰۷	عدم کسب دانش برای رها کردن قالب‌های ذهنی

همانطور که مشخص شده، بیشترین میانگین رتبه‌ها مربوط به نبود ارزشمندی خلاقیت و نوآوری در عملکرد است. همچنین کمترین آن مربوط به انتقاد از پیشنهادهای دیگران می‌باشد. سایر معیارها

به ترتیب میانگین رتبه‌ها عبارت از عدم کسب دانش برای رها کردن قالب‌های ذهنی، محدودیت در تفکر و پیشنهاد و عدم به‌کارگیری اندیشه‌های گروهی می‌باشند.

جدول ۱۰: نتایج آزمون فریدمن برای رتبه‌بندی معیارهای ارزیابی به‌عنوان یکی از عوامل مهندسی ارزش در بروز تاخیر و افزایش هزینه در پروژه درون‌شهری مترو کرج

میانگین رتبه‌ها	معیارها
۲.۵۳	فقدان نگرش‌های دانش محور در تحلیل
۲.۸۷	و ارزیابی بر اساس عملکردها
۲.۸۰	عدم بررسی امکان اصلاح و ترکیب ایده‌ها
۳.۳۳	نبود به‌کارگیری تکنیک‌ها و روش‌های مقایسه‌ای
۳.۴۷	در ارزیابی
	عدم تعیین وزن و رتبه برای ایده‌ها
	فقدان ارزیابی بی‌طرف و قابل اعتماد از ایده‌ها

همانطور که مشخص شده، بیشترین میانگین رتبه‌ها مربوط به فقدان ارزیابی بی‌طرف و قابل اعتماد از ایده‌ها است. همچنین کمترین آن مربوط به فقدان نگرش‌های دانش محور در تحلیل و ارزیابی براساس عملکردها می‌باشد. سایر معیارها به‌ترتیب میانگین رتبه‌ها عبارت از عدم تعیین وزن و رتبه برای ایده‌ها، عدم بررسی امکان اصلاح و ترکیب ایده‌ها و نبود به‌کارگیری تکنیک‌ها و روش‌های مقایسه‌ای در ارزیابی می‌باشند.

جدول ۱۱: نتایج آزمون فریدمن برای رتبه‌بندی معیارهای توسعه به‌عنوان یکی از عوامل مهندسی ارزش در بروز تاخیر و افزایش هزینه در پروژه درون شهری مترو کرج

میانگین رتبه‌ها	معیارها
۲.۳۷	عدم شناسایی حوزه‌های بالقوه برای بالفعل در آوردن
۲.۹۸	نبود انجام تحلیل سود برای عملکردهای جایگزین
۳.۰۵	عدم تطبیق و مقایسه هزینه اجرائی ایده‌ها
۳.۶۵	فقدان ارزیابی اثر تغییر عملکرد فعلی با عملکرد جایگزین
۲.۹۶	عدم مقایسه قابلیت ساخت ایده‌ها

همانطور که مشخص شده، بیشترین میانگین رتبه‌ها مربوط به فقدان ارزیابی اثر تغییر عملکرد فعلی با عملکرد جایگزین است. همچنین کمترین آن مربوط به عدم شناسایی حوزه‌های بالقوه برای بالفعل در آوردن می‌باشد. سایر معیارها به‌ترتیب میانگین رتبه‌ها عبارت از عدم تطبیق و مقایسه هزینه اجرائی ایده‌ها، نبود انجام تحلیل سود برای عملکردهای جایگزین و عدم مقایسه قابلیت ساخت

ایده‌ها می‌باشند. همچنین در این تحقیق، از ضریب همبستگی اسپیرمن که میزان ارتباط بین متغیرهای رتبه‌ای را اندازه‌گیری می‌کند، استفاده شد. در این روش به هریک از معیارهای کیفی، عددی نسبت داده شد. به این ترتیب که بسیار کم=۱، کم=۲، متوسط=۳، زیاد=۴ و خیلی زیاد=۵ می‌باشد. با این فرض که فاصله‌ی بین این معیارها یکسان باشد و بتوان حالات بین آنها (مثلاً عدد ۳.۵) را نیز در نظر گرفت و سپس به بررسی همبستگی بین سؤالات پرداخته می‌شود. ضریب همبستگی اگر مثبت باشد، وجود رابطه مستقیم را نشان می‌دهد و اگر منفی بود رابطه منفی را بیان می‌کند. به‌عنوان مثال مطابق با نتایج حاصل از این تحقیق بین اطلاعات به‌عنوان یکی از عوامل مهندسی ارزش و عوامل ناشی از عملکرد کارفرما، مشاور و پیمانکار رابطه معناداری وجود دارد و نشان از الزام به در نظر گرفتن این عامل از سوی کارفرما، مشاور و پیمانکار دارد و این افراد در پروژه باید عامل اطلاعات از عوامل مهندسی ارزش و معیارهای آن را مورد توجه قرار دهند.

بحث و بررسی

یکی از فعالیت‌های کشورهای در حال توسعه برای ساخت زیربنای اقتصادی خود، اجرای طرح‌های عمرانی زیربنایی است که سالانه بخش عمده‌ای از بودجه کشور را به خود اختصاص می‌دهد و لذا برنامه‌ریزی اصولی در خصوص این طرح‌ها از ملزومات و ضروریات بوده تا بتوان کمترین نسبت هزینه به بهره‌وری را از آن استحصال نمود. هر ساله بخش عظیمی از اعتبارات و منابع مالی کشور، صرف سرمایه‌گذاری در پروژه‌های عمرانی و زیربنایی می‌شود. مهم‌ترین شاخص موفقیت این پروژه‌ها علاوه بر دستیابی به اهداف مورد نظر و مقرون به‌صرفه بودن، اتمام آن در زمان پیش‌بینی شده می‌باشد. اجرای پروژه‌های زیربنایی نظیر پروژه مترو کرج و ماهیت چندبعدی و پیچیده کار اجرایی، نیاز به برنامه‌ریزی دقیق و اتخاذ روش‌های بهینه مدیریتی دارد، از این رو در انجام این پروژه‌ها همواره چندین تخصص اصلی (شامل مشاور، پیمانکار، کارفرما و غیره) به‌طور همزمان مورد نیاز است.

با توجه به اینکه در اکثر مواقع، پروژه‌های عمرانی فارغ از شیوه مدیریت و اجرای آن‌ها دچار مشکلات مشابهی نظیر عدم اتمام، مطابق برنامه زمان‌بندی، صرف هزینه‌های به‌مراتب بالاتر از بودجه اولیه، عدم دسترسی و دستیابی به ظرفیت‌های بهره‌برداری مورد انتظار و مواردی مشابه می‌باشند. به نظر می‌رسد که اعمال تکنیک مهندسی ارزش جهت کاستن از این مشکل می‌تواند به‌عنوان یک راهکار بسیار مناسب، کمک شایانی به اجرای پروژه‌ها نماید. بنابر تعاریف رایج، مهندسی ارزش یک ابزار قوی مدیریتی است که طی یک روش سیستماتیک در راستای اهداف پروژه در عین حصول اطمینان از عدم کاهش کیفیت، کارآیی و هدف‌نهایی پروژه می‌باشد. مهندسی ارزش به‌عنوان یکی از راهکارهای مناسب به‌منظور شناسایی فرصت‌های بهبود در طراحی و اجرای پروژه‌ها است. با به-کارگیری تکنیک مهندسی ارزش این امکان فراهم می‌شود تا در قالبی نظام‌مند، متخصصان باتجربه در کنار یکدیگر جمع شوند و به‌صورت تیمی با یک دید خلاق و در محدوده زمانی کوتاه، ابعاد مختلف

پروژه را بررسی کنند که در نهایت ظرفیت‌های بهبود کیفیت، کاهش هزینه و کاهش زمان اجرا شناسایی شوند.

نتایج این تحقیق در امتداد با نتایج تحقیق انجام شده توسط محققان در مرجع [۱۹] می‌باشد. آنها در بررسی‌هایی که انجام دادند، مهم‌ترین دلایل ایجاد کننده تاخیر در پروژه‌های ساختمانی شامل عدم برنامه‌ریزی صحیح توسط پیمانکار، عدم مدیریت مناسب کارگاه، تجربه ناکافی و کم پیمانکار، عدم تامین اعتبار کافی و به موقع پروژه توسط کارفرما، پیمانکاران جزء، کمبود مصالح و غیره را تشخیص دادند. در این تحقیق با این که بیشترین عامل ایجاد کننده تاخیر، پیمانکار برشمرده شد، اما باید اشاره کرد که دلایل متوجه پیمانکار، معلول کارفرما هستند. به این دلیل که واگذاری پروژه‌ها از طریق مناقصه اکثراً با توجه به کمترین قیمت پیشنهادی انجام می‌شود که این خود باعث انتخاب پیمانکاران کم تجربه و بی کفایت و کم کفایت می‌شود.

همچنین نتایج این تحقیق با تحقیق انجام شده توسط محققان در مرجع [۲۰]، سازگاری دارد. آن‌ها به بررسی فاکتورهای بحرانی موفقیت‌آمیز در مطالعه مدیریت ارزش در پروژه‌های ساخت و ساز پرداختند و به این نتیجه دست یافتند که مطالعات پروژه‌های ساخت و ساز اغلب با فشار کمبود زمان و منابع محدود مواجه هستند. پس شناسایی عوامل کلیدی مؤثر در مدیریت ارزش این امکان را فراهم می‌سازد که با تخصیص زمان مناسب و منابع محدود به خروجی بهتر دست یافت. آنها در این تحقیق به دنبال تشخیص این فاکتورها با توجه به درجه اهمیت آن‌ها در موفقیت مدیریت ارزش بودند. به همین منظور ابزار مصاحبه‌ای برای جمع‌آوری مشاهدات کارشناسان با تجربه در زمینه مدیریت ارزش تهیه شد. یافته‌های این مطالعه نشان داد که دو عامل که در تحقیقات قبلی اثر برجسته‌ای نداشتند به عنوان دو فاکتور با تأثیر قابل توجه در مدیریت ارزش شناخته شدند.

از سوی دیگر، محقق در مرجع [۲۱] بیان نمود که تاخیر یکی از مهم‌ترین وقایع رایج در پروژه‌ها است. این مشکل در اکثر پروژه‌ها از پروژه‌های ساده عمرانی تا پیچیده‌ترین آن‌ها نظیر پروژه‌های پتروشیمی، سدسازی و تونل‌سازی و غیره رخ می‌دهد. به همین دلیل امروزه اکثر کشورهای پیشرفته و در حال توسعه با علم به محدود بودن منابع در اختیار و بازار رقابتی شدید جهت استفاده بیشتر از منابع و کسب سود بیشتر به دنبال ریشه‌یابی علل تاخیر در پروژه‌های گذشته می‌باشند تا با رایج راهکارهایی از میزان تاخیرات در پروژه‌های آتی بکاهند یا با شناخت مقصران تاخیرات پروژه، نسبت به دریافت خسارت اقدام کنند. تاخیر به عنوان یکی از رایج‌ترین مسائل ریسک، پرهزینه و منبع اختلافات مکرر و دعاوی در میان مالکان، مشتریان و مشاوران برجسته می‌باشد که منجر به پرونده‌های حقوقی می‌شود. چنین شرایطی معمولاً شامل پرسش از حقایق، عوامل، تفسیر قرارداد و کمیت‌های دعاوی می‌باشد. بخش حیاتی مشخص شده در هر قرارداد، دوره عملکرد زمان اجرای پروژه است. با

این حال، مدت زمان واقعی فعالیت در یک پروژه است که معمولاً توسعه یافته و زمان مورد نیاز برای تکمیل آن اغلب بیشتر از زمان مشخص شده در قرارداد می‌باشد. این در فرمت زمان منجر به تاخیر می‌شود. تاخیر ممکن است به‌عنوان یک عمل یا یک رویداد باشد که زمان مورد نیاز برای انجام وظایف را طولانی می‌نماید که به‌عنوان یک محدودیت تعریف شده است.

همچنین در مقایسه با نتایج تحقیق انجام شده توسط محققان در مرجع [۲۲]، برخی نتایج این تحقیق با تحقیق مذکور سازگاری دارد زیرا در هر دو تحقیق، پیمانکار به‌عنوان مهمترین عامل تاخیر معرفی شده است. محققان در این تحقیق به بررسی علل تاخیر در پروژه‌های عمرانی در اردن پرداختند. بسیاری از پروژه‌های در دست اجرا از برآوردهای موجود هزینه و زمان فراتر می‌روند. مجموعه‌ای از عوامل تاخیر در اجرای پروژه‌ها بر طبق سیستم دروین شناسایی و طبقه‌بندی شدند. اغلب عوامل معمول با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده در تحقیقات میدانی و مصاحبه‌هایی که با مهندسين مشاور در پروژه‌ها و کارفرمایان انجام شده بود، ارزیابی شدند. اغلب پاسخ‌دهندگان بر این مسئله توافق داشتند که مشکلات مالی پیمانکاران و تغییرات سفارش به وسیله کارفرما، مهمترین عواملی اند که منجر به تاخیر در اجرای پروژه‌ها می‌شوند. شرایط آب و هوایی بد و تغییرات قوانین و مقررات دولتی در رتبه‌های آخر، علل تاخیر قرار گرفته‌اند.

ارائه راهکارها

بنابراین در این بخش با بهره‌گیری از نظرات پرسش‌شوندگان و همچنین قضاوت‌های کارشناسی حاصل از فعالیت‌های حرفه‌ای نویسندگان و تحقیقات انجام شده قبلی، راهکارهای پیشنهادی مبتنی بر مهندسی ارزش جهت جلوگیری یا کاهش بروز تاخیر در پروژه‌های عمرانی ارائه خواهند شد. این راهکارها عبارتند از:

- سیستم مهندسی ارزش در تمامی بخش‌های پروژه‌های عمرانی نظیر مترو کرج مستقر و حمایت شود. نکته قابل توجه که باید مدنظر مدیریت قرار گیرد، یافتن امکان ارتباط منطقی و علت و معلولی بین مهندسی ارزش و مدیریت پروژه‌هایی است که می‌باید انجام گیرند.
- برای بهبود عملکرد پروژه‌ها به‌عنوان مهم‌ترین مولفه مهندسی ارزش موارد زیر مد نظر قرار گیرد:
 - شناساندن و ابلاغ وظیفه و کار اصلی پروژه به کارکنان ذریبط
 - شناساندن و ابلاغ زیر مجموعه‌ها و زیر فرایندهای کارکرد اصلی پروژه در حال اجرا به کارکنان
 - تفکیک کارکردهای غیرضروری از کارکردهای لازم و ضروری پروژه‌ها
 - دادن آزادی عمل به کارکنان در فرایند اجرای پروژه برای تغییر روش و کارکرد آنها تا حدی که به کلیت کار لطمه وارد نیاید و شرایط برای انجام نهایی کار بهتر شود.

- استقبال از پیشنهادهای رسیده برای تغییر نحوه عملکرد پروژه ها.
- در مورد خلاقیت موارد زیر مدنظر قرار گیرد:
- تدوین مکانیسم‌هایی برای ارائه نوآوری در پروژه‌ها
- افزایش میزان خلاقیت و ابتکار در روند اجرایی پروژه‌های مشابه
- در خصوص توسعه در حین استقرار مهندسی ارزش در پروژه‌های عمرانی موارد زیر مد نظر قرار گیرد:
- به‌کارگیری مشاوران و متخصصان فنی برای انتخاب نهایی و اجرای ایده‌ها و راهکارهای جدید در پروژه‌های عمرانی
- استفاده از استانداردهای فنی برای انتخاب نهایی و اجرای ایده‌ها و راهکارهای جدید
- پیش‌بینی و استفاده از منابع مورد نیاز (مالی - انسانی) برای اجرای ایده‌ها و راهکارهای جدید
- الزام پیمانکاران واحد در اجرای پیشنهادهای و راهکارهای جدید

نتیجه گیری

یکی از مهم‌ترین پروژه‌های عمرانی کشور، پروژه‌های ساخت مترو می‌باشند، لذا تاخیر در این پروژه‌ها موجب پیامدهای منفی از قبیل اتلاف زمان و هزینه و سلب اعتماد شهروندان از مسئولین خواهد شد. به‌همین منظور، تلاش مسئولان باید در جهت شناسایی عوامل بروز تاخیرات در این پروژه‌ها و ارائه راهکارهایی به‌منظور جلوگیری یا کاهش آن‌ها باشد. با توجه به مباحثی که در این تحقیق ارائه شد، می‌توان به این نتیجه رسید که محدودیت‌های منابع و ارزش زمان، لزوم توجه به استفاده از ابزار و تکنیک‌های مهندسی ارزش به ویژه مولفه عملکرد را برای آن دسته از سازمان‌های داخلی که با پروژه‌های عمرانی در ارتباط می‌باشند، ایجاب می‌کند. به‌کارگیری مهندسی ارزش در پروژه‌های اجرایی با توجه به پیچیدگی کارها به ویژه در طرح‌های بزرگ اجرایی، می‌تواند به ابزار مهم مدیریتی در کنترل هزینه‌ها تبدیل شود.

در این تحقیق به بررسی علل تاخیر و افزایش هزینه پروژه‌های عمرانی درون‌شهری و ارائه راهکار اجرایی مناسب مبتنی بر مهندسی ارزش در پروژه مترو کرج پرداخته شد. با توجه به نتایج، میانگین رتبه‌ها و سطح معناداری در آزمون فریدمن، بیشترین میانگین رتبه‌ها مربوط به عوامل ناشی از عملکرد پیمانکار و کمترین آن مربوط به عوامل ناشی از عملکرد مشاور بود که به ترتیب میانگین رتبه‌های ۷.۳۱ و ۳.۱۹ را کسب نمودند. همچنین از بین عوامل مرتبط با مهندسی ارزش، بیشترین میانگین رتبه‌ها مربوط به عملکرد بود که نشان دهنده این است که این مولفه باید در اجرای پروژه‌های

عمرانی بیشتر از سایر مولفه‌های مهندسی ارزش در نظر گرفته شود. برای کاهش بروز تاخیر در پروژه‌های عمرانی نظیر مترو کرج می‌توان به راهکارهایی از قبیل اطمینان از امکان‌پذیری تامین مالی و تامین شرایط لازم برای تحقق آن پیش از قرارداد، تعیین شرایط واگذاری کار با توجه به سطح مطالعات انجام شده، استفاده بهینه از تجربیات موجود با به کارگیری متخصصین مجرب داخلی و خارجی حقیقی و حقوقی، زمینه‌سازی تشکیل سازمان‌های توانمند طرح و اجرا که در آن به‌جای همکاری یک پیمانکار اجرایی با یک مشاور، سازمان طرح و اجرایی حقیقی شکل گیرد، شناسایی و انتخاب پیمانکاران توانمند و مجرب داخلی و اعتماد کارفرمایان به پیمانکاران و مشاورین و حمایت از آن‌ها اشاره نمود. از سوی دیگر، از آنجایی که این تحقیق محدوده به مطالعه پروژه مترو کرج بوده و در سایر پروژه‌های عمرانی نظیر تونل سازی، پروژه‌های ساختمانی و غیره انجام نشده است، نمی‌توان نتایج حاصل از انجام این تحقیق را به سایر پروژه‌های عمرانی تعمیم داد و راهکارهای مطرح شده به منظور جلوگیری یا کاهش بروز تاخیر در این تحقیق که مبتنی بر مهندسی ارزش هستند را در کلیه پروژه‌های عمرانی اعمال نمود. بنابراین ضروری است که تحقیقات بیشتری مرتبط با موضوع این تحقیق در سایر پروژه‌های عمرانی صورت گرفته تا به نتایج کلی تری دست‌یابی نمود.

پیشنهادهای تحقیق

- عوامل موثر بر بروز تاخیر در پروژه‌های عمرانی و ارائه راهکار مبتنی بر مهندسی ارزش در سایر پروژه‌های عمرانی نظیر پروژه‌های سدسازی و تونل‌سازی انجام گردد و با علل شناسایی شده در تحقیق حاضر مقایسه شود.
- ارتباط مولفه‌های مهندسی ارزش با کاهش ریسک و موفقیت پروژه‌های عمرانی مورد بررسی قرار گیرد.
- به بررسی ارتباط بین مولفه عملکرد به عنوان یکی از مولفه‌های مهندسی ارزش و مدیریت ریسک در پروژه‌های عمرانی پرداخته شود.
- به بررسی و نقش به‌کارگیری روش مهندسی ارزش در کاهش زمان و هزینه‌های پروژه‌های عمرانی بزرگ مقیاس نظیر مترو و تقاطع غیر همسطح پرداخته شود.

مراجع

- [۱] A.A. Aibinu, H.A. Odeyinka, Construction delays and their causative factors in Nigeria, *Journal of Constr Eng Manage*, Vol. ۱۳۲, No. ۷, pp. ۶۶۷-۷۷, ۲۰۰۵.
- [۲] W. Alaghbari, M.R.A. Razali Kadir, A.E. Salim, The significant factors causing delay of building construction projects in Malaysia, *Eng*, ۲۰۰۷.
- [۳] E. Ashrafi, *Assessment and prioritize the most important causes of delays in EPCF construction projects- A case study: performance of the Line 3 and 4 of Tehran Metro*, Master's thesis, Department of Civil Engineering, Institute of Higher Education (non - governmental) Eyvanakey, ۲۰۱۵. (In Persian فارسی).
- [۴] S.A. Assaf, S. Al-Hejji, Causes of delay in large construction projects, *International Journal of Project Management*, Vol. ۲۴, pp. ۳۴۹-۳۵۷, ۲۰۰۷.
- [۵] R.F. Aziz, A.A. Abedel-Hakam, Exploring delay causes of road construction projects in Egypt. *Alexandria Engineering Journal*, In Press, ۲۰۱۶.
- [۶] N. Braimah, *An investigation into the use of construction delay and disruption analysis methodologies*, A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements of the University of Wolverhampton for the Degree of Doctor of Philosophy, ۲۰۰۸.
- [۷] R. Dellisola, *Value Engineering.*, New York: Practical Applications, ۲۰۰۵.
- [۸] Y. Frimpong, J. Oluwoye, L. Crawford, Causes of delay and cost overruns in construction of groundwater projects in a developing countries; Ghana as a case study, *International Journal of Project Management*, Vol. ۲۱, pp. ۳۲۱-۳۲۶, ۲۰۰۳.
- [۹] A. Heydari, A. Kheyrandish, Identify and prioritize the causes of delay in development projects wastewater collection system using fuzzy hierarchical analysis (FAHP) method, *Applied research in Industrial Management Conference*, Tehran, ۲۰۱۶. (In Persian فارسی).
- [۱۰] M. Khrashadyzadeh, *How to use value engineering in the construction industry and construction projects, comparing the experiences of Iran and developed countries*, Master's thesis, Department of Civil Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, ۲۰۱۴. (In Persian فارسی).
- [۱۱] W. Menesi, *Construction Delay Analysis under Multiple Baseline Updates*, A thesis presented to the University of Waterloo in fulfillment of the thesis requirement for the degree of Master of Applied Science in Civil Engineering, ۲۰۰۷.
- [۱۲] A. Monirabasi, A. Hassani, Implementation of value engineering in implementing body of earth dams, case study: Seikan dam of Dareeshahr of Ilam. *Journal of Structural Engineering and Construction*, Vol. ۲, No. ۳, pp. ۴۸-۵۶, ۲۰۱۵. (In Persian فارسی).
- [۱۳] A.S. Momeni, A. Kheyrikhah, Budgeting model of several projects to prevent delays in projects, *International Conference on Project Management*, No. ۳, pp. ۲۴-۱۷, ۲۰۰۷. (In Persian فارسی).
- [۱۴] K. Ghavamifar, A. Nazari, The value engineering in executive systems of construction project, First National Congress of Civil Engineering, Tehran, ۲۰۰۴. (In Persian فارسی).
- [۱۵] R. Rasouli, H. Ghamari, Value engineering Project Management position in different ways. The National Conference Executive system development projects, industrial and urban, Tehran, ۲۰۰۷. (In Persian فارسی).

- [۱۶] P.N. Romani, The Department of Defense value engineering change proposal program, PhD thesis, George Washington University, Washington, D.C, ۱۹۷۵.
- [۱۷] M. Rvanshadnya, Develop a prioritization system of urban transport infrastructure projects using value engineering, Master's thesis, Department of Civil Engineering, Industrial Amirkabir University, ۲۰۱۰. (In Persian فارسی).
- [۱۸] A. Sadati, N. Haji Sharif, Value engineering in construction projects, The third Retrofit Conference and Urban Management, Islamic Azad University of Khomein branch, ۲۰۱۰. (In Persian فارسی).
- [۱۹] M. Sambasivan, Y.W. Soon, Causes and effects of delays in Malaysian construction industry, International Journal of Project Management, Vol. ۲۵, pp. ۵۱۷-۵۲۶, ۲۰۰۷.
- [۲۰] Q. Shen, G. Liu, Critical Success Factors for Value Management Studies in Construction., Journal of Constr. Eng. Manage, Vol. ۱۲۹, No. ۵, pp. ۸۵-۹۹, ۲۰۰۳.
- [۲۱] G. Stumpf, Schedule delay analysis, Journal of Cost Eng, Vol. ۴۲, No. ۷, pp. ۳۲-۴۳, ۲۰۰۰.
- [۲۲] G. Sweis, R. Sweis, A. Abu Hammad, A. Shboul, Delays in construction projects: The case of Jordan, International Journal of Project Management, Vol. ۲۶, pp. ۶۶۵-۶۷۴, ۲۰۰۸.