

Analyzing the Role of Value Engineering in Enhancing the Success of Road Construction Projects: A Case Study of Qazvin Province

1. Shahin Etebari*: Department of Civil Engineering, Tak.C., Islamic Azad University, Takestan, Iran

*Corresponding Author's Email Address: shahin.etebari@iau.ir

How to Cite: Etebari, S. (2024). Analyzing the Role of Value Engineering in Enhancing the Success of Road Construction Projects: A Case Study of Qazvin Province. *Manifestation of Art in Architecture and Urban Engineering*, 2(4), 1-14.

Abstract:

Given the increasing complexity of infrastructure projects and the necessity for effective control over costs and time, value engineering has, in recent years, gained widespread attention among project managers as a systematic and efficient approach. This study aimed to evaluate the impact of applying value engineering on the success of road construction projects in Qazvin Province. The statistical population of the research included 210 technical and operational personnel from road construction companies in Qazvin Province, from which 136 individuals were selected using a simple random sampling method. Data collection tools included two standardized questionnaires: the Mavoort and Pocktas value engineering model and the Turner and Müller (2004) civil project success model. The validity of the questionnaires was confirmed through expert opinion, and their reliability was verified using Cronbach's alpha coefficient (0.9374 for value engineering and 0.9439 for project success). Path analysis results indicated that value engineering has a significant and positive impact on the success of road construction projects, although this effect is primarily evident in the initial study phase of the projects. These findings highlight the importance of applying value engineering principles during the decision-making and project design stages.

Keywords: Value engineering, project success, road construction, path analysis, infrastructure projects

Received: 25 November 2024

Revise Date: 16 December 2024

Accept Date: 22 December 2024

Publish Date: 31 December 2024



Copyright: © 2024 by the authors. Published under the terms and conditions of Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

تحلیل نقش مهندسی ارزش در ارتقاء موفقیت پروژه‌های راه‌سازی: مطالعه موردی استان قزوین

۱. شاهین اعتباری*؛ گروه مهندسی عمران، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران. (نویسنده مسئول)

*پست الکترونیک نویسنده مسئول: shahin.etebari@iau.ir

نحوه استناددهی: اعتباری، شاهین. (۱۴۰۳). تحلیل نقش مهندسی ارزش در ارتقاء موفقیت پروژه‌های راه‌سازی: مطالعه موردی استان قزوین. تجلی هنر در معماری و شهرسازی، ۲(۴)، ۱-۱۴.

چکیده

با توجه به پیچیدگی روزافزون پروژه‌های عمرانی و لزوم کنترل مؤثر هزینه‌ها و زمان، مهندسی ارزش به عنوان رویکردی سیستماتیک و کارآمد، در سال‌های اخیر مورد توجه گسترده مدیران پروژه قرار گرفته است. این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیر کاربرد مهندسی ارزش بر موفقیت پروژه‌های راه‌سازی استان قزوین انجام شده است. جامعه آماری تحقیق شامل ۲۱۰ نفر از نیروهای فنی و اجرایی شرکت‌های راه‌سازی استان قزوین بوده که با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده، ۱۳۶ نفر به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. ابزار گردآوری داده‌ها، دو پرسشنامه استاندارد شامل مدل مهندسی ارزش ماوور و پوکتاس و مدل موفقیت پروژه‌های عمرانی ترنر و مولر (۲۰۰۴) بوده است. روایی پرسشنامه‌ها از طریق نظرات خبرگان و پایایی آن‌ها با ضریب آلفای کرونباخ (۰.۹۳۷۴) برای مهندسی ارزش و (۰.۹۴۳۹) برای موفقیت پروژه‌ها تأیید شد. نتایج تحلیل مسیر نشان داد که مهندسی ارزش تأثیر مثبت و معناداری بر موفقیت پروژه‌های راه‌سازی دارد، هرچند این تأثیر عمدتاً در فاز مطالعات اولیه پروژه‌ها مشهود است. این یافته‌ها اهمیت به‌کارگیری اصول مهندسی ارزش را در مرحله تصمیم‌سازی و طراحی پروژه‌ها مورد تأکید قرار می‌دهد.

کلیدواژگان: مهندسی ارزش، موفقیت پروژه، راه‌سازی، تحلیل مسیر، پروژه‌های عمرانی

تاریخ دریافت: ۵ آذر ۱۴۰۳

تاریخ بازنگری: ۲۶ آذر ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۲ دی ۱۴۰۳

تاریخ چاپ: ۱۱ دی ۱۴۰۳



مقدمه

امروزه طرح‌های عمرانی به دلیل حجم مصرفی بالا اعتبارات و حساسیتهای اجتماعی، نبض اقتصادی و سیاسی دولتها هستند؛ به خصوص که در دهه‌های اخیر این حوزه از فعالیتهای کشور ما، معنا و حساسیت ویژه‌ای یافته است. با این حال و با وجود توجهات خاص در قالب قوانین و آیین‌نامه‌های ویژه و تخصصی، باز هم با پروژه‌های بسیار کم شماری روبرو هستیم که در موعد مقرر و با هزینه مطلوب و با کیفیت و مشخصات منطبق با انتظارات تحویل شده باشند. از جمله علل این ناکامیها را به موانع اقتصادی و مالی میدانند. به طور کلی اولویت اصلی و زمان به کارگیری مدیریت دانش و مهندسی ارزش بستگی به نوع پروژه مورد نظر دارد. این تکنیکها را میتوان در مراحل مختلفی از چرخه حیات یک پروژه اعمال نمود (1).

امروزه سازمانها در محیطی پویا و مملو از تغییرات فعالیت میکنند. در این شرایط سازمانهایی موفق خواهند بود که با این پویاییها همگام شده و برای بقا به دنبال کسب مزیت رقابتی باشند. توسعه محصول جدید به عنوان رویکردی نوین پاسخ‌گویی به تغییرات محیطی و کسب مزیت رقابتی به کار میرود. گرچه توسعه محصول جدید برای رقابت‌پذیری سازمان امری ضروری است اما لازمه موفقیت در آن، اجرای صحیح فرآیند توسعه محصول جدید می‌باشد (2).

مهندسی ارزش روشی سیستماتیک، نظام‌یافته و مبتنی بر خلاقیت و کارگروهي برای حل مسأله، کاهش هزینه و بهبود عملکرد و کیفیت پروژهها، محصولات و فرآیندها است. مهندسی ارزش به کمک گستره وسیعی از دانش و تجربیات متخصصین و با تمرکز بر کارکردهای پروژه، محصول یا فرآیند نتایج قابل اجرا برای بهبود را به سرعت ارائه میکند.

بر اساس تعریف مؤسسه بین‌المللی مدیریت پروژه، مهندسی ارزش نگرشی خلاق به منظور بهینه‌سازی هزینه‌های چرخه عمر، صرفه‌جویی در زمان، افزایش سود، بهبود کیفیت، افزایش سهم بازار، حل مشکلات و استفاده بهینه از منابع می‌باشد. بر اساس تعریف معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، مهندسی ارزش کاربرد سازمان‌یافته فنون شناخته شده‌ای است که برای بررسی عملکرد یک محصول و یا خدمت مورد استفاده قرار می‌گیرد و با استفاده از فکر خلاق به منظور تأمین کارکرد مورد نیاز برای تحقق اهداف طرح به طور مطمئن و با کم‌ترین هزینه دوران عمر و با حفظ و یا ارتقای کیفیت و حفظ ایمنی و ویژگی‌های زیست‌محیطی می‌باشد (3).

هدف مهندسی ارزش ارائه راهکارهای قابل اجرا در راستای حل مسأله، کاهش هزینه و افزایش کیفیت (عملکرد) است که تمامی این موارد در گرو توجه به کارکرد پروژه یا محصول می‌باشد، اما تحقق اهداف مورد نظر در کوتاه‌ترین زمان ممکن بسیار مهم است. یافتن نقطه بهینه (تعادل) بین کارکرد، کیفیت و هزینه هدف دیگر مهندسی ارزش می‌باشد. در واقع هدف کلی مهندسی ارزش، افزایش ارزش پروژه است (4).

در مرحله پیش مطالعه در پروژه مهندسی ارزش برنامه ریزی با هدف تعیین یک برنامه گام به گام و زمان‌بندی شده برای دستیابی اهداف مطالعه انجام می‌پذیرد اما تعیین زمان مناسب برای آغاز به کار گروه مهندسی ارزش کاملاً کلیدی است جایی که با اثر بخشی و ارائه مزایای مطالعه در بهبود، به نتایج مناسبی منجر شود یا با ورود نامناسب، افزون بر عدم اثر بخشی لازم، زمینه ذهنی کاربرد این روش را برای دیگر پروژهها نیز خدشه‌دار سازد.

آنچه مسلم است مطالعات ارزش در تمام مراحل مطالعات اعم از شناسایی، امکان‌سنجی، طراحی، تدارک اجرا، ساخت و نگهداری قابل کاربرد است، اما عملاً عمده مطالعات ارزش پس از ۳۰ درصد پیشرفت اجرای طرح آغاز شده است. با این وجود بهترین زمان ورود و شروع مطالعات ارزش به پارامترهای مختلفی

وابسته است و پتانسیل بهبود و صرفه‌جویی هزینه‌های دوره عمر با اعمال ویژگی‌ها، شرایط و محدودیت‌های هر پروژه خاص در زمان‌های مختلف اجرای پروژه، متفاوت است. در پروژه‌ها با تعاریف استاندارد شاید بر خلاف تصور عمومی بالاترین پتانسیل صرفه‌جویی هزینه‌ها در کارهای اجرایی پروژه نیست بلکه به صورت میانگین استانداردها و ضوابط و خدمات مهندسی به ترتیب اولویت حائز بالاترین پتانسیل‌ها برای کاهش هزینه‌های غیر ضروری پروژه می‌باشد. به همین ترتیب نیازهای کارفرمایی، استانداردها و طراح و مشاور نیز از پیمانکاران پروژه تأثیر بیشتری در کاهش و افزایش هزینه پروژه‌ها دارند. در تعریف استاندارد و بنابر شکل زیر بهترین زمان برای ورود مهندسی ارزش در فرآیند اجرایی زمان است که طرح در مراحل مطالعات امکان‌سنجی یا طراحی مفهومی است با این وجود همان‌گونه که اشاره شد عملاً ورود دنیا با اجرای حداقل یک سوم از عملیات اجرایی پروژه مقارن شده است (5).

یکی از بزرگ‌ترین برداشت‌های نادرست از مهندسی ارزش به این باور برمی‌گردد که روش مهندسی ارزش برای اصلاح اشتباهات طرح بکار گرفته می‌شود و بر همین اساس در برابر آن مقاومت شده و موضع دفاعی اتخاذ می‌گردد و برای بسیاری از افراد این پرسش مطرح می‌گردد که در صورتی‌که فرآیند طراحی به شکل دقیق و قابل قبول انجام شده باشد و گروهی از متخصصین خبره و خوشنام آنرا بازنگری و مرور کرده باشند، انجام مطالعات مهندسی ارزش چه ضرورتی دارد؟ این پرسش و نظایر آن نشان دهنده عدم برداشت صحیح از مهندسی ارزش است که برای پاسخ‌گویی به این موارد بطور خلاصه به برخی از دلایل لزوم انجام مطالعات مهندسی ارزش در پروژه‌های عمرانی اشاره می‌گردد:

- خواست طبیعی برای خلاقیت، نوآوری، برتری و تمایز و نیز رسیدن به رضایت شخصی بطور معمول افزایش هزینه‌های طرح را در پی خواهد داشت.
- به طور طبیعی مشاورین طراح در پروژه‌های عمرانی حساسیت خاصی نسبت به هزینه‌ها ندارند.
- در صورتی‌که طراح بومی منطقه نباشد معمولاً استانداردها و مواد اولیه‌ای که نسبت به آن‌ها شناخت کافی دارند را مبنای طراحی قرار می‌دهند.
- هر شخصی تعبیر خاص خود را از کیفیت دارد و در بسیاری از موارد این تعبیر شخصی با هم سازگار نیستند.
- معمولاً در پروژه‌های عمرانی مشاور طراح از طرح‌های تیپ و مشابه استفاده می‌کند.
- به طور کلی مشاور طراح، مجری نیازهای کارفرماست و لازمه پاسخگویی در مورد ضرورت این نیازها، مهارت و تلاشی ورای محدوده اصلی وظایف اوست.

- لازمه تشخیص نیاز واقعی، تخصص و تجربه بالایی است که کارفرما و بهره‌بردار معمولاً فاقد آن هستند.
 - سابقه فرهنگی و کاری طراح امکان شناخت عمیق فرهنگ، مقتضیات و نیازهای جوامع دیگر را محدود می‌سازد.
- موارد مذکور نه تنها دلایل ضرورت کاربرد مهندسی ارزش نمی‌باشند بلکه تصویری کلی از واقعیات را ارائه می‌دهند ضمن اینکه طبق بررسی‌های صورت گرفته در پروژه‌های عمرانی در داخل کشور میتوان به این موضوع اشاره کرد که ۴۵ درصد پروژه‌ها در مرحله طراحی دارای مشکلات اساسی هستند، ۲۷ درصد ناقص اجراء می‌شوند و ۲۸ درصد از پروژه‌ها نیز در مرحله بهره‌برداری دارای مشکلات عدیده‌ای هستند و کاربرد مهندسی ارزش تا حد زیادی نواقص احتمالی را تحت پوشش قرار می‌دهد و نیاز آن کاملاً در جهت مرتفع نمودن عوامل فوق، احساس می‌گردد (6).

برای آنکه دانش مهندسی ارزش در سطح جامعه مهندسی کشور گسترش یابد و امکانات آن در این راستا بسیج شود باید کار از سازمان‌هایی شروع شود که علاوه بر داشتن تجربه و دانش فنی و تخصصی، زمینه‌های انگیزشی لازم را نیز داشته باشند. در صنعت ساخت، پیمانکاران گزینه مطلوبی برای این منظور هستند و می‌توانند زمینه‌ساز ورود دانش مهندسی ارزش به بدنه جامعه مهندسی کشور باشند.

دلایل اصلی برتری پیمانکاران در استفاده از مهندسی ارزش در مرحله اجرا با توجه به ویژگی‌های ایران عبارتند از:

۱- پیمانکاران به واسطه توانایی مالی و ماهیت کاری خود، با پیشرفت‌های روز در زمینه فن‌آوری و روش‌های جدید اجرا و مصالح و روش‌های مدیریت پروژه آشنا هستند.

۲- پیمانکاران به طور مستقیم با تمامی مسائل مرتبط با اجرا درگیر هستند و در طول زمان به جزئیات اجرایی نیز تسلط کامل پیدا کرده‌اند.

۳- پیمانکاران با تأمین کنندگان مصالح و ماشین آلات و همچنین پیمانکاران جزء ارتباط دائمی و نزدیک داشته، به نحوه عملکرد آن‌ها آشنا هستند.

۴- پیمانکاران به واسطه سال‌ها حضور در عرصه اجرا و ضرورت ارتقای دانش فنی خود، دارای تجربه و تخصص بالا در انجام پروژه‌های متنوع می‌باشند. در این جا منظور از پیمانکاران، شرکت‌های پیمانکاری معتبری هستند که دارای توان اجرای قراردادهای بزرگ و پیچیده هستند و اصولاً مهندسی ارزش نیز در پروژه‌های پرهزینه، وسیع، متنوع و دارای پیچیدگی‌ها و فن‌آوری جدید، کارآیی بهتری از خود نشان می‌دهد.

پیمانکاران نیز می‌توانند بهره‌های فراوانی از مهندسی ارزش ببرند که موارد زیر از آن جمله هستند:

۱- استفاده از روش‌های مهندسی ارزش پیش از شرکت در مناقصه و بستن قرارداد، به صورت فعالیتی مستمر منجر به ارائه پیشنهادهایی جالب توجه در زمینه کاهش هزینه‌ها شده، با ارائه قیمت‌های کمتر احتمال برنده شدن در مناقصه و قابلیت رقابت پیمانکار را افزایش می‌دهد.

۲- استفاده از سازوکارهای مهندسی ارزش پس از بستن قرارداد و در مرحله انتخاب منابع به پیمانکار کمک می‌کند تا هزینه‌های اجرایی خود را کاهش داده، منابع مناسب‌تری را برای کارهای موضوع پیمان انتخاب کند.

۳- استفاده از مهندسی ارزش در سابقه پیمانکار نکته‌ای مثبت محسوب می‌شود و در قراردادهای بعدی می‌تواند احتمال برنده شدن وی را افزایش دهد.

۴- در صورت وجود سازوکار تشویقی در قرارداد پیمانکاران، ارائه پیشنهاد تغییر در اجرا به منظور کاهش هزینه‌ها و صرفه جویی، موجب انتفاع پیمانکار می‌شود زیرا بخشی از این صرفه‌جویی را می‌توان به وی پرداخت نمود.

۵- در صورت پیش بینی سازوکار تشویقی در قراردادهای پیمانکار اصلی با پیمانکاران جزء و تصویب پیشنهادهای ارائه شده از سوی آن‌ها توسط کارفرما، بخشی از صرفه جویی حاصله به پیمانکار اصلی تعلق خواهد گرفت (در این خصوص در بخش بعدی توضیح داده خواهد شد).

۶- پیمانکاران در فرآیند اجرایی کردن پروژه طراحی شده با مشکلاتی روبرو می‌شوند که استفاده از تکنیک‌های مهندسی ارزش به عنوان یک روش حل مسئله، می‌تواند به آنان یاری رساند (۷).

۷. مراحل انجام مطالعات مهندسی ارزش:

اصولاً انجام مطالعات مهندسی ارزش در پروژه‌های عمرانی به سه مرحله پیش مطالعه (پیش کارگاه)، مطالعه ارزش (کارگاه تخصصی) و پس مطالعه (پس کارگاه) تقسیم می‌شود که با توجه به ابعاد پروژه و مقطع زمانی که مطالعه ارزش انجام می‌شود زمانی بین ۲ تا ۳ ماه متغیر است و مدتی که مدیران ارشد پروژه در اجرای مهندسی ارزش درگیر می‌شوند فقط ۳ الی ۷ روز می‌باشد (6).

در فرهنگ آکسفورد موفقیت، رسیدن به نتیجه مطلوب یا به دست آوردن سربلندی و کامیابی تعریف شده است. اما موفقیت در هر پروژه و برای هر فرد می‌تواند متفاوت باشد. معیارهای موفقیت در پروژه را می‌توان به عنوان مجموعه‌ای از اصول و استانداردهایی که منجر به نتایج مطلوب می‌شوند، تعریف نمود. با توجه به نوع پروژه، اندازه و پیچیدگی پروژه تجربه سهامداران و مالکان و... جنبه‌های مختلفی را جهت ارزیابی موفقیت پروژه می‌توان در نظر گرفت. همچنین افراد مختلف از جمله کارفرما، پیمانکار، مشاور، طراح و... با توجه به نقش و اهدافشان، معیارهای مختص به خود را برای ارزیابی موفقیت پروژه دارند. در طول سال‌های گذشته پژوهشگران معیارهای متفاوتی را برای ارزیابی موفقیت پروژه بررسی و پیشنهاد نموده‌اند (8).

سه بعد زمان، هزینه و کیفیت مؤلفه‌های اساسی تضمین موفقیت انجام یک پروژه هستند. به عبارت دیگر، موفقیت در پروژه به معنای انجام آن پروژه در زمان معین با هزینه پیش‌بینی شده و کیفیت مقرر است که باید با رعایت مشخصات فنی و استانداردهای مربوطه انجام برسد. بطور کلی پروژه‌هایی موفق به شمار می‌آیند که:

- در زمان تعیین شده تکمیل شوند.
- به اندازه بودجه تعیین شده هزینه کنند.
- با کارایی مناسب و منطبق با مشخصات اجرا شوند.
- مورد رضایت ذی‌نفعان و مشتری واقع گردند.
- از حداقل تغییرات حتی در موارد الزامیان برخوردار باشند.
- بدون درگیر ساختن کل سازمان اجرا شوند.
- در صورت وجود شرکای کاری برای سازمان، انجام پروژه اثرات سوء بر روی فرهنگ مشارکتی موجود بدنبال نداشته باشد (9).

در نهایت، با توجه به پیچیدگی روزافزون پروژه‌های عمرانی و لزوم کنترل مؤثر هزینه‌ها و زمان، مهندسی ارزش به عنوان رویکردی سیستماتیک و کارآمد، در سال‌های اخیر مورد توجه گسترده مدیران پروژه قرار گرفته است. این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیر کاربرد مهندسی ارزش بر موفقیت پروژه‌های راه‌سازی استان قزوین انجام شده است.

روش شناسی پژوهش

روش پژوهش حاضر، با توجه به هدف و موضوع این تحقیق، از نظر هدف کاربردی است زیرا با هدف برخورداری از نتایج یافته‌ها برای حل مسائل موجود در صنعت ساخت انجام میشود و از نظر ماهیت توصیفی است چون به بیان واقعی موضوع تحقیق و تشریح موضوع از طریق جمع آوری اطلاعات توصیفی

پرداخته است. همچنین این تحقیق از روش اجرا پیمایشی می باشد برای اینکه با استفاده از پرسشنامه به بررسی نظرات مدیران شرکتهای پیمانکار در مورد موضوع تحقیق می پردازد.

در این پژوهش جهت دسترسی به مقالات مرتبط با موضوع، نگارش مبانی نظری پژوهش و دستیابی به ابزار مناسب از مطالعات کتابخانه ای، و از دو پرسشنامه جهت جمع آوری اطلاعات به روش میدانی استفاده شده است.

در پرسش نامه تحقیق حاضر به منظور دستیابی به سیمای عمومی نمونه آماری، بخشی با عنوان مشخصات عمومی پاسخگویان به اخذ ویژگی های دموگرافی آزمودنی ها اختصاص یافته است. در این پژوهش جهت سنجش و تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده، ابتدا از آمار توصیفی برای بدست آوردن میانگین ها و انحراف معیارها در هر سؤال از پرسشنامه و توزیع فراوانی پاسخ های داده شده به هر یک از سؤالات و شکل ستونی در طیف پنج تایی لیکرت، با استفاده از نرم افزار spss استفاده می شود. در بخش آمار استنباطی جهت آزمون فرضیه ها از مدلیابی معادلات ساختاری استفاده شده است. مراحل مدل معادلات ساختاری در این تحقیق با نرم افزار Lisrel با مراحل شامل بیان مدل، تخمین مدل، آزمون فرضیه، اصلاح مدل و تفسیر مدل انجام می شود. بررسی نرمال بودن یا غیر نرمال بودن توزیع داده ها در این تحقیق با آزمون کولموگورف- اسمیرنوف انجام شده است.

در جدول زیر ساختار پرسشنامه ارائه شده است. این یک پرسش نامه ترکیبی است که در ابتدا سؤالاتی برای به دست آوردن اطلاعات جمعیت شناختی پاسخ دهندگان مطرح خواهد شد (سؤالات جنسیت، سن و میزان تحصیلات) و سپس سؤالات مربوط به متغیرهای تحقیق آورده خواهند شد.

الف) بخش آگاهی دادن به پاسخگو: شامل توضیح مختصری از پرسشنامه و نحوه تکمیل آن جهت ایجاد وضوح بیشتر پاسخ دهندگان میباشد.

ب) سؤالات عمومی: در سؤالات عمومی، هدف کسب اطلاعات کلی و جمعیت شناختی پاسخگویان است. این بخش شامل ۳ سؤال است و مواردی مانند مدرک تحصیلی، سابقه کار حرفه ای و پست سازمانی را شامل می شود.

ج) پرسشنامه مهندسی ارزش: در این تحقیق از پرسشنامه استاندارد ماورر و پوکتاس به عنوان عوامل کلیدی موفقیت در انجام مطالعات مهندسی ارزش استفاده شد. این پرسشنامه دارای ۳۴ سؤال و ۳ بعد میباشد، که در جدول ۲ به آن ها اشاره شده است. گویه های مرتبط با هر سؤال بر اساس مقیاس ۶ گزینه ای به شرح زیر نمره گذاری شده است، که نمونه آن در جدول ۱ مشاهده می شود.

جدول ۱. شیوه کدگذاری سؤالات پرسشنامه مهندسی ارزش

هرگز	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۰	۱	۲	۳	۴	۵

جدول ۲. سرفصل هریک از سؤالات پرسشنامه مهندسی ارزش

ردیف	سرفصل سؤالات	شماره سؤالات مرتبط
۱	عوامل کلیدی در فاز پیش مطالعه	۱ الی ۱۳
۲	عوامل کلیدی در فاز مطالعه	۱۴ الی ۲۹
۳	عوامل کلیدی در فاز فرا مطالعه	۳۰ الی ۳۴

د) پرسشنامه موفقیت پروژه‌های صنعت ساخت: در این تحقیق از پرسشنامه استاندارد ترنر و مولر استفاده شد این پرسشنامه دارای ۲۹ سؤال و ۵ بعد میباشد، که در جدول ۳ به آن‌ها اشاره شده است. گویه‌های مرتبط با هر سؤال بر اساس مقیاس ۶ گزینه‌ای به شرح زیر نمره‌گذاری شده است، که نمونه آن در جدول ۴ مشاهده می‌شود.

جدول ۳. شیوه کدگذاری سوالات پرسشنامه موفقیت پروژه‌های عمرانی

هرگز	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۰	۱	۲	۳	۴	۵

جدول ۴. سرفصل هریک از سوالات پرسشنامه موفقیت پروژه‌های عمرانی

ردیف	سرفصل سؤالات	شماره سؤالات مرتبط
۱	رضایت ذینفعان	۱ الی ۶
۲	بقا و استمرار کسب و کار	۷ الی ۱۳
۳	دستیابی به هدف و مأموریت‌های ویژه	۱۴ الی ۱۵
۴	عملکرد منطبق بر پارامترهای کلیدی سه گانه، زمان، هزینه و کیفیت	۱۶ الی ۲۷
۵	محصول نهایی پروژه	۲۸ الی ۲۹

جامعه آماری این پژوهش شامل ۲۱۰ نفر نیروهای ستادی و عملیاتی شرکتهای راه سازی در سطح استان قزوین در نظر گرفته شد. با توجه به ویژگیهای جامعه آماری و کم بودن تعداد و در دسترس بودن همه اعضا شیوه نمونه گیری تصادفی ساده برگزیده و با استفاده از جدول برآورد حجم نمونه مورگان تعداد ۱۳۶ نفر به عنوان نمونه آماری انتخاب و پرسشنامه توزیع گردید که در نهایت پس از پیگیریهای فراوان و در مجموع، ۱۳۶ پرسشنامه تکمیل شده به عنوان نمونه نهایی انتخاب شدند.

یافته‌ها

در این قسمت، وضعیت مدرک تحصیلی مورد تحلیل قرار گرفته و داده‌های گردآوری شده در جدول ۵ نشان داده می‌شود.

جدول ۵. توزیع فراوانی وضعیت مدرک تحصیلی

مدرک تحصیلی	فراوانی	درصد
فوق دیپلم	۰	۰
لیسانس	۱۰۶	۷۷.۹
فوق لیسانس	۲۷	۱۹.۹
بی پاسخ	۳	۲.۲
جمع	۱۳۶	۱۰۰

در این قسمت، وضعیت سابقه کار حرفه‌ای مورد تحلیل قرار گرفته و داده‌های گردآوری شده در جدول ۶ نشان داده می‌شود.

جدول ۶. توزیع فراوانی وضعیت سابقه کار حرفه ای

سابقه کار حرفه‌ای	فراوانی	درصد
کمتر از ۵ سال	۴	۲.۹
بین ۵ تا ۱۰ سال	۸۹	۶۵.۴
بین ۱۰ تا ۱۵ سال	۳۱	۲۲.۸
بین ۱۵ تا ۲۰ سال	۷	۵.۱
بالای ۲۰ سال	۲	۱.۵
بی پاسخ	۳	۲.۲
جمع	۱۳۶	۱۰۰

در این قسمت، وضعیت پست سازمانی مورد تحلیل قرار گرفته و داده‌های گردآوری شده در جدول ۷ نشان داده می‌شود.

جدول ۷. توزیع فراوانی وضعیت پست سازمانی:

پست سازمانی	فراوانی	درصد
مدیر عامل	۶	۴.۴
معاون	۵	۳.۷
مدیر پروژه	۹	۶.۶
کارشناس اجرایی	۵۰	۳۶.۸
کارشناس فنی	۴۷	۳۴.۶
کارشناس نظارت	۱۶	۱۱.۸
بی پاسخ	۳	۲.۲
جمع	۱۳۶	۱۰۰

برای آزمون فرضیه‌های پژوهش از روش آماری مدل سازی معادلات ساختاری (SEM) استفاده شد.

۱- فاز پیش مطالعه مهندسی ارزش بر موفقیت پروژه‌های راهسازی تأثیر معناداری دارد.

همانطور که در جدول ۸ ملاحظه می‌گردد، با توجه به شرایط معادله ساختاری، شاخص برازش χ^2/df معادل ۷.۷ و مقدار از ۳ بیشتر است که نشان نمی‌دهد مدل نظری با داده‌ها برازش دارند. RMSEA معادل ۰/۲۲۳ (جذر برآورد واریانس خطای تقریب یا همان آزمون انحراف هر درجه آزادی است) که استیگر (۱۹۹۰) به عنوان اندازه تفاوت برای هر درجه آزادی ارائه کرده است، استفاده می‌شود. مقدار $0.08 < RMSEA < 0.03$ برازندگی خوب مدل را نشان نمی‌دهد. از طرفی P-value (سطح معنی‌داری) ۰/۰۰۰۱ می‌باشد که کمتر از ۰.۰۵ است. همچنین مقدار آماره t ، رابطه فاز پیش مطالعه مهندسی ارزش بر موفقیت پروژه‌های راهسازی معادل ۹/۳۳ و از عدد ۱/۹۶ بیشتر است، ضمناً سایر شرایط معادله ساختاری نیز برقرار نمی‌باشد، لذا فاز پیش مطالعه مهندسی ارزش بر موفقیت پروژه‌های راهسازی تأثیر معناداری وجود ندارد.

جدول ۸. تحلیل مسیر شاخص‌های برازندگی فاز پیش مطالعه مهندسی ارزش بر موفقیت‌های پروژه‌های راهسازی

نام فارسی	نام انگلیسی	اختصار	ملاک	مقدار محاسبه شده	تفسیر نتیجه
نسبت کی دو به درجه آزادی	X^2/df	CMIN	کمتر از ۳	۷.۷	رد برازش
آماره t	آماره t	t	کمتر از ۱.۹۶- یا بیشتر از ۱.۹۶	۹.۳۳	تأیید برازش
ضریب تأثیر	ضریب تأثیر	r	بالای ۰.۳	۰.۸۲	تأیید برازش
سطح معنی‌داری	p-value	p	کمتر از ۰.۰۵	۰.۰۰۰۱	تأیید برازش
ریشه میانگین مربعات باقیمانده	Root Mean Squared Residual	RMSEA	$RMSEA < 0.0308$	۰.۲۲۳	رد برازش
شاخص نیکویی برازش	Goodness-of-Fit Index	GFI	بالا تر از ۰.۹	۰.۵۲	رد برازش
شاخص نیکویی برازش اصلاحی	Adjusted Goodness-of-Fit Index	AGFI	بالا تر از ۰.۹	۰.۴۱	رد برازش
شاخص برازش هنجار نشده	Non-Normed Fit Index	NNFI	بالا تر از ۰.۹	۰.۶	رد برازش

۲- فاز مطالعه مهندسی ارزش بر موفقیت پروژه‌های راهسازی تأثیر معنا داری دارد.

همانطور که در جدول ۹ ملاحظه می‌گردد، با توجه به شرایط معادله ساختاری، شاخص برازش X^2/df معادل ۲/۷۸ و مقدار از ۳ کمتر است که نشان می‌دهد مدل نظری با داده‌ها برازش دارند و با این داده‌ها تأیید میشوند و نشان می‌دهد پایایی لازم را داشته است. $RMSEA$ معادل ۰/۰۵۸ (جذر برآورد واریانس خطای تقریب یا همان آزمون انحراف هر درجه آزادی است) که استیگر (۱۹۹۰) به عنوان اندازه تفاوت برای هر درجه آزادی ارائه کرده است، استفاده میشود. مقدار $RMSEA > 0.0308$ برازندگی خوب مدل را نشان می‌دهد. از طرفی P -value (سطح معنی‌داری) ۰/۰۰۰۱ میباشد که کمتر از ۰.۰۵ است. همچنین مقدار آماره t ، رابطه فاز مطالعه مهندسی ارزش بر موفقیت پروژه‌های راهسازی معادل ۱۱/۶۳ و از عدد ۱/۹۶ بیشتر است، ضمناً سایر شرایط معادله ساختاری نیز برقرار میباشد، لذا فاز مطالعه مهندسی ارزش بر موفقیت پروژه‌های راهسازی تأثیر معناداری وجود دارد.

جدول ۹. تحلیل مسیر شاخص‌های برازندگی تأثیر فاز مطالعه مهندسی ارزش بر موفقیت پروژه‌های راهسازی

نام فارسی	نام انگلیسی	اختصار	ملاک	مقدار محاسبه شده	تفسیر نتیجه
نسبت کی دو به درجه آزادی	X^2/df	CMIN	کمتر از ۳	۲.۷۸	تأیید برازش
آماره t	آماره t	t	کمتر از ۱.۹۶- یا بیشتر از ۱.۹۶	۱۱.۶۳	تأیید برازش
ضریب تأثیر	ضریب تأثیر	r	بالای ۰.۳	۰.۷۶	تأیید برازش
سطح معنی‌داری	p-value	p	کمتر از ۰.۰۵	۰.۰۰۰۱	تأیید برازش
ریشه میانگین مربعات باقیمانده	Root Mean Squared Residual	RMSEA	$RMSEA < 0.0308$	۰.۰۵۸	تأیید برازش
شاخص نیکویی برازش	Goodness-of-Fit Index	GFI	بالا تر از ۰.۹	۰.۹۳	تأیید برازش
شاخص نیکویی برازش اصلاحی	Adjusted Goodness-of-Fit Index	AGFI	بالا تر از ۰.۹	۰.۹۱	تأیید برازش
شاخص برازش هنجار نشده	Non-Normed Fit Index	NNFI	بالا تر از ۰.۹	۰.۹۱	تأیید برازش

۳- فاز فرا مطالعه مهندسی ارزش بر موفقیت پروژه‌های راهسازی تأثیر معنا داری دارد.

همانطور که در جدول ۱۰ ملاحظه می‌گردد، با توجه به شرایط معادله ساختاری، شاخص برازش X^2/df معادل ۲/۶۶ و مقدار از ۳ کمتر است که نشان می‌دهد مدل نظری با داده‌ها برازش دارند و با این داده‌ها تأیید میشوند و نشان می‌دهد پایایی لازم را داشته است. $RMSEA$ معادل ۰/۰۵۲ (جذر برآورد واریانس خطای تقریب با همان آزمون انحراف هر درجه آزادی است) که استیگر (۱۹۹۰) به عنوان اندازه تفاوت برای هر درجه آزادی ارائه کرده است، استفاده میشود. مقدار $RMSEA > ۰/۰۳$ برازندگی خوب مدل را نشان می‌دهد. از طرفی $P\text{-value}$ (سطح معنی داری) ۰/۰۰۰۱ میباشد که کمتر از ۰/۰۵ است. همچنین مقدار آماره t ، رابطه فاز فرا مطالعه مهندسی ارزش بر موفقیت پروژه‌های راهسازی معادل ۱۰/۰۴ و از عدد ۱/۹۶ بیشتر است، ضمناً سایر شرایط معادله ساختاری نیز برقرار میباشد، لذا فاز فرا مطالعه مهندسی ارزش بر موفقیت پروژه‌های راهسازی تأثیر معناداری وجود دارد.

جدول ۱۰. تحلیل مسیر شاخص‌های برازندگی تأثیر فاز فرا مطالعه مهندسی ارزش بر موفقیت پروژه‌های راهسازی

نام فارسی	نام انگلیسی	اختصار	ملاک	مقدار محاسبه شده	تفسیر نتیجه
نسبت کی دو به درجه آزادی	X^2/df	CMIN	کمتر از ۳	۲/۶۶	تأیید برازش
آماره t	آماره t	t	کمتر از ۱/۹۶- یا بیشتر از ۱/۹۶	۱۰/۰۴	تأیید برازش
ضریب تأثیر	ضریب تأثیر	r	بالای ۰/۳	۰/۸۸	تأیید برازش
سطح معنی داری	$p\text{-value}$	p	کمتر از ۰/۰۵	۰/۰۰۰۱	تأیید برازش
ریشه میانگین مربعات باقیمانده	Root Mean Squared Residual	RMSEA	$0.0 < RMSEA < 0.08$	۰/۰۵۲	تأیید برازش
شاخص نیکویی برازش	Goodness-of-Fit Index	GFI	بالتر از ۰/۹	۰/۹	تأیید برازش
شاخص نیکویی برازش اصلاحی	Adjusted Goodness-of-Fit Index	AGFI	بالتر از ۰/۹	۰/۹۱	تأیید برازش
شاخص برازش هنجار نشده	Non-Normed Fit Index	NNFI	بالتر از ۰/۹	۰/۹	تأیید برازش

نتیجه گیری

پایایی پرسشنامه با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ برای پرسشنامه مهندسی ارزش ۰/۹۳۷۴ و موفقیت‌های پروژه‌های راهسازی ۰/۹۴۳۹ به دست آمد. وضعیت توزیع متغیرها با استفاده از آزمون کولموگروف و اسمیرنف بررسی که همه آن‌ها نرمال بودند. اطلاعات حاصل از پرسشنامه‌ها با استفاده از آزمون تحلیل مسیر تحلیل و نتایج به این شرح بدست آمده، بر اساس نتیجه فرضیه اصلی مهندسی ارزش بر موفقیت پروژه‌های راهسازی تأثیر مثبت و معناداری داشت. بر اساس فرضیه فرعی مشخص شد مهندسی ارزش تنها در فاز مطالعه و فرا مطالعه تأثیر معناداری بر موفقیت پروژه‌های راهسازی قزوین داشت.

پیشنهادهات:

به محققینی که قصد دارند در آینده درباره این موضوع و یا موضوعات مشابه پژوهش انجام دهند، پیشنهاد می‌شود به موارد زیر نیز توجه داشته باشند:

۱- تحقیقی با همین موضوع و با روشهای دیگر تجزیه و تحلیل داده‌ها انجام شود و نتایج با نتیجه این تحقیق مقایسه شود.

۲- در تحقیقی علل عدم تمایل پروژه‌ها بخصوص پروژه‌های راهسازی به استفاده از مهندسی ارزش نیز انجام شود.

۳- تحقیقی با عنوان تأثیر بررسی اثر مدیریت پروژه بر موفقیت پروژه‌های عمرانی با نقش میانجی مهندسی ارزش نیز انجام شود.

۴ - تحقیقی با موضوع بررسی و اولویت بندی مزایای مهندسی ارزش در پروژه‌های راهسازی قزوین انجام شود.

۵ - در تحقیقی به تأثیرات عدم استفاده از مهندسی ارزش در موفقیت پروژه‌های راهسازی انجام شود.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که در طی مراحل این پژوهش به ما یاری رساندند تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

حمایت مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

خلاصه مبسوط

Extended Abstract

Introduction

In recent decades, the increasing complexity of civil infrastructure projects, coupled with growing demands for cost efficiency, timely delivery, and quality assurance, has prompted a paradigm shift in project management methodologies. One such methodology gaining considerable traction among construction professionals is value engineering (VE), a systematic and structured approach aimed at optimizing the value of a project by analyzing its functions relative to cost, performance, and quality (9). Despite numerous legislative and regulatory frameworks supporting the efficient execution of public infrastructure projects, many projects in Iran, particularly in the road construction sector, continue to face challenges such as cost overruns, time delays, and substandard quality outcomes. Studies have

indicated that value engineering, when applied at appropriate stages of the project lifecycle, can significantly improve these outcomes by identifying and eliminating unnecessary costs without compromising functionality or performance (1).

In dynamic and competitive organizational environments, success often hinges on the ability to adapt and innovate. Within the construction industry, this translates to leveraging new product development processes, optimizing project execution, and continuously enhancing quality and efficiency (2). VE contributes directly to these goals by harnessing creativity, multidisciplinary collaboration, and function-focused analysis. Institutions such as the International Project Management Institute define VE as a creative strategy for minimizing lifecycle costs, improving performance, and achieving optimal resource allocation. Similarly, national planning authorities in Iran underscore VE's potential in delivering the intended functionality at the lowest possible cost while maintaining environmental and safety standards (3).

Moreover, evidence suggests that VE interventions yield the highest benefits when implemented during the feasibility or conceptual design phases, although many Iranian projects initiate VE studies only after 30% of physical progress has been made. This delay often undermines the full potential of VE to streamline project design and execution (5). Misconceptions about VE—such as the belief that it is only useful for correcting flawed designs—further impede its widespread adoption. However, empirical findings from the Iranian construction sector reveal that a significant proportion of design errors, incomplete execution, and operational issues could be mitigated through systematic VE application (6). This study, therefore, seeks to examine the role of value engineering in enhancing the success of road construction projects in Qazvin Province, with a particular focus on how different phases of VE influence key project success criteria.

Methods and Materials

This research adopts an applied, descriptive survey methodology aimed at evaluating the real-world impact of value engineering on road construction projects in Qazvin Province, Iran. The target population comprises 210 technical and operational staff from road construction companies operating within the province. A simple random sampling method was utilized to select a sample of 136 respondents, who completed a pair of standardized questionnaires designed to assess VE practices and project success.

The first instrument was the Mavoor and Pocktas VE model questionnaire, consisting of 34 items divided across three phases: pre-study (items 1–13), study (items 14–29), and post-study (items 30–34). The second instrument was the Turner and Müller (2004) civil project success model, containing 29 items categorized into five dimensions: stakeholder satisfaction, business continuity, mission achievement, performance across time-cost-quality, and project deliverables. Responses were recorded on a six-point Likert scale. The reliability of both instruments was confirmed through Cronbach's alpha (0.9374 for VE and 0.9439 for project success). Structural Equation Modeling (SEM) using LISREL software was employed to analyze causal relationships between the VE phases and project success metrics.

Findings

Descriptive statistics indicated that the majority of respondents held bachelor's degrees (77.9%) and had between 5 and 10 years of professional experience (65.4%). The largest share of participants worked as field or technical specialists, reinforcing the operational relevance of the findings.

SEM results for the pre-study phase of VE revealed mixed outcomes. Despite a strong path coefficient ($r = 0.82$) and a highly significant t-value ($t = 9.33$), other fit indices such as RMSEA (0.223), GFI (0.52), and AGFI (0.41) did not meet the recommended thresholds, suggesting poor overall model fit. Therefore, the hypothesis that pre-study VE significantly affects project success was not supported.

In contrast, the study phase of VE demonstrated a robust and statistically significant influence on project success. All goodness-of-fit metrics were within acceptable ranges (e.g., $X^2/df = 2.78$, RMSEA = 0.058, GFI = 0.93, AGFI = 0.91), and the t-value (11.63) far

exceeded the critical value. The path coefficient of 0.76 confirmed a strong positive relationship between activities performed during the VE study phase and the achievement of project success criteria.

The post-study phase also showed a statistically significant effect on project success, with excellent model fit indices (e.g., $X^2/df = 2.66$, $RMSEA = 0.052$, $GFI = 0.90$, $AGFI = 0.91$). The t-value of 10.04 and a path coefficient of 0.88 further corroborated the importance of post-study evaluations in consolidating VE outcomes and ensuring sustained project benefits.

Discussion and Conclusion

The analysis clearly demonstrates that the application of value engineering—particularly during the study and post-study phases—has a meaningful and positive impact on the success of road construction projects. The lack of significant findings for the pre-study phase may be attributed to timing misalignments or limited integration of VE into early planning activities. Nonetheless, the results affirm the strategic importance of incorporating VE into the core phases of project development to achieve cost efficiency, timely delivery, and enhanced stakeholder satisfaction.

The study contributes to the broader discourse on infrastructure project management by offering empirical validation of VE as a value-adding methodology. It also highlights the need for cultural and institutional shifts within the construction industry to overcome misconceptions and resistance to VE. Specifically, empowering contractors—who possess executional knowledge and resource access—with VE tools can enhance the feasibility and impact of such interventions.

Furthermore, the findings underscore the necessity of policy support for VE integration at all stages of public infrastructure development. Encouraging early-stage VE planning and providing contractual incentives for VE implementation may lead to significant improvements in project performance. Future research should explore longitudinal impacts of VE, investigate cross-sectoral applicability, and develop frameworks for institutionalizing VE as a standard best practice.

In conclusion, value engineering emerges as a robust, multidisciplinary approach capable of transforming the trajectory of road construction projects by aligning functional requirements with cost-effective solutions. Its success, however, hinges on timely application, organizational buy-in, and methodological rigor. The case study of Qazvin Province serves not only as a validation of VE's potential but also as a call to action for its broader adoption across the construction industry.

References

1. Moaydi Benan MH, Looei A, Lahraji A. Prioritizing Knowledge Management and Value Engineering Considering the Most Important Problems and Obstacles in the Country's Construction Projects. International Conference on New Advances in Civil Engineering. 2017.
2. Attarmoghadam N, editor Investigating Factors Influencing the Success of Each Stage of the New Product Development Process. First Annual International Conference on Modern Management, Economics, and Accounting; 2017 November 2017.
3. Pourreza M, Zolnoorian MH, Atri SA. Introduction to Value Engineering: Iran's Value Engineering Knowledge Reference; 2013.
4. Pourasadian Babaki V, Mortezaei Mehdi Abad SM, editors. Examining the Position and Value of Value Engineering in Construction ProjectsT2 - International Conference on Civil Engineering, Architecture, Urban Management, and Environment in the Third Millennium2016.
5. Aminzadeh R, Vafaei Bakian A, editors. Applying and Analyzing Value Engineering in Construction Management. International Conference on Civil Engineering; 2016.
6. Shabzendeher I, Moazad H, editors. Examining the Importance of Implementing Value Engineering from a Civil Engineering Perspective. First Regional Conference on Civil Engineering with a Sustainable Development Approach; 2012.
7. Technical Affairs Office. Introduction to Value Engineering: Management and Planning Organization of the Country; 2003.
8. Movahedi Far SM, Rahimi Momen A, editors. Identifying Factors Affecting the Success of Government Construction Projects and Prioritizing Them Using the AHP Model. Conference on Civil Engineering, Architecture, and Urban Planning of the Islamic World - Iran (Tabriz - Capital of Islamic Countries Tourism); 2018.
9. Bahrami M, Saadi A, editors. Evaluating and Ranking Critical Success Factors of Construction Projects with a Knowledge Management Approach (Case Study: Tehran Regional Water Company). Seventh National and First International Conference on Knowledge Management; 2014.