

## بررسی اثرات مهندسی ارزش در ساخت پروژه‌های زیربنایی حمل‌ونقل جاده‌ای کشور

حامد سرچمی<sup>۱</sup>، عبدالکریم عباسی دزفولی<sup>۲</sup>، علی مدقالچی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد مدیریت ساخت، دانشگاه علوم تحقیقات اهواز؛ hamed\_977@yahoo.com

<sup>۲</sup> عضو هیات علمی (استادیار)، دانشگاه علوم و تحقیقات اهواز، a\_abaasi@yahoo.com

<sup>۳</sup> کارشناس ارشد مدیریت ساخت، دانشگاه تربیت مدرس؛ panam23med@yahoo.com

### چکیده

با توجه به این کاهش هزینه می‌توان جهت بالا بردن فاکتورهای ایمنی و رعایت دستورالعمل‌های ایمنی جاده از این منابع صرفه‌جویی بهره برد.

در این مقاله ابتدا برای رسیدن به دیدگاه قابل‌قبول و اطلاعات مکفی مورد نیاز، به بررسی مفاهیم و موضوعات پروژه‌های جاده‌ای کشور و الزامات ایمنی مربوطه می‌پردازیم. سپس برای رسیدن به اطلاعات تخصصی در خصوص شرایط حاکم بر کارگاه‌های مهندسی ارزش به بررسی جزئیات کارگاه‌های انجام گرفته در داخل و خارج کشور پرداخته و در نهایت با توجه به اطلاعات حاصله، اقدام به تهیه پرسشنامه بر مبنای اهداف تحقیق کرده و در بین جامعه آماری تحقیق توزیع می‌گردد و پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها توسط کارشناس آمار و با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد تحلیل قرار می‌گیرد. در انتها با ارائه پیشنهادهای در راستای تطبیق و بومی‌سازی مهندسی ارزش با پروژه‌های راهسازی با در نظرگیری شرایط حاکم بر کشور و افزایش کیفیت راهها در راستای افزایش ایمنی جاده‌ها می‌پردازیم.

نگاهی اجمالی به نتایج مقاله بیانگر توانایی مهندسی ارزش در کاهش هزینه‌ها، صرفه‌جویی در زمان پروژه و افزایش ارزش طرح‌های زیربنایی حمل‌ونقل جاده‌ای کشور و همچنین افزایش ایمنی راههای ناشی از این بهینه‌سازی می‌باشد. همچنین با انتخاب صحیح پروژه‌ها جهت بررسی توسط فرآیند مهندسی ارزش، انجام مهندسی ارزش در زمان مناسب برای سهولت در اعمال تغییرات، انتخاب صحیح و هدفمند اعضا تیم مهندسی ارزش و در انتها پیروی کامل از برنامه‌کار مهندسی ارزش می‌توان رسیدن به نتایج مفید و کارا را تضمین نماید.

**کلمات کلیدی:** پروژه‌های زیربنایی حمل‌ونقل جاده‌ای، کاهش تصادفات، مهندسی ارزش

امروزه کارشناسان اقتصاد کشور به این نکته اذعان دارند که صنعت حمل‌ونقل جاده‌ای به عنوان یکی از بخشهای استراتژیک کشور، صنعتی بالقوه توانمند است که به مدد مدیریت صحیح و درایت اقتصادی و ایجاد بسترهای زیربنایی مناسب از طریق احداث بزرگراهها، جاده‌های شهری، راه‌های دسترسی، پلها و ... و همچنین ایمن‌سازی آنها می‌تواند بعنوان یکی از صنایع مهم و کلیدی در کشور مطرح گردد. از سویی هزینه‌های بسیار بالای پروژه‌های زیربنایی حمل‌ونقل جاده‌ای، بعنوان یکی از زیرساخت‌های اساسی کشور بخش قابل ملاحظه‌ای از منابع ملی را به خود اختصاص میدهد و با در نظر گرفتن این مهم که در حال حاضر کشور ما از منظر آمار تصادفات یکی از دارندگان بالاترین آمار کشته در دنیاست که به اعتراف مسئولین امر در سال ۱۳۸۵ در مجموع ۲۷۵۶۷ نفر در کشور در اثر تصادفات جان خود را از دست دادند، و همچنین کندی سرعت جابجایی و بالا بودن زمان سفر با در نظر گرفتن افزایش مصرف بنزین، استهلاک، آلودگی هوا، آلودگی صوتی و ...، لذا لزوم بازنگری در فرآیند طرح‌ریزی، برنامه‌ریزی، مدیریت و اجرای طرح‌های عمرانی حمل‌ونقل جاده‌ای و افزایش ضریب ایمنی راهها غیر قابل انکار می‌باشد. یکی از گزینه‌های پیش‌رو استفاده از تکنیک مهندسی ارزش بعنوان یک روش کارا در مدیریت پروژه می‌باشد که با ایجاد زمینه بروز خلاقیت در یک برنامه‌کار مشخص مبتنی بر خردجمعی، باعث افزایش کیفیت پروژه و بالطبع افزایش ضریب ایمنی و موجب بالا رفتن اطمینان و کاهش تصادفات جاده‌ای ناشی از نقایص موجود در جاده‌ها می‌گردد. از ویژگی‌های منحصر - به‌فرد این روش تحلیل کارکرد اجزای پروژه و در نظرگیری هزینه‌های طول عمر پروژه بجای هزینه‌های ساخت جهت رسیدن به حداکثر صرفه‌جویی با حفظ کارکرد و فاکتورهای کیفی می‌باشد که

طرح را با کمترین هزینه و زمان تحقق بخشید [۵]. بر طبق اطلاعات تهیه شده توسط اداره ایالتی بزرگراههای امریکا<sup>۲</sup> در طول سال مالی ۱۹۹۸ میلادی، ۴۳۱ مطالعه مهندسی ارزش در پروژه های زیربنایی حمل و نقل جاده ای با هزینه بالغ بر ۶/۵۷۹ میلیون دلار انجام پذیرفت و در نتیجه این مطالعات مبلغ ۷۶۹/۷۲ میلیون دلار صرفه جویی گردیده یعنی برای هر دلار صرف شده جهت مطالعه ۱۱۷ دلار صرفه جویی صورت پذیرفته [۶] که نشان از تاثیر فراوان مهندسی ارزش در بالا بردن ارزش و کاهش هزینه طرح های حمل و نقل جاده ای دارد.

حال با توجه به شرایط حاکم بر پروژه های زیر بنایی حمل و نقل جاده ای کشور اعم از هزینه های بالای این پروژه ها، پیچیدگی های فراوان آنها، طراحی های عجولانه و عدم وجود داده ها و اطلاعات مناسب، تفکرات عادت گونه و تقلیدی در طراحی این پروژه ها نشان از پتانسیل بالای پروژه های زیر بنایی حمل و نقل جاده ای برای بهبود با رویکرد مطالعات مهندسی ارزش دارد و در نتیجه علاوه بر کاهش هزینه های سرسام آور، میتواند با بالا بردن شاخص های توسعه در جامعه نقش تاثیر گذارتری داشته باشند.

مهمترین سود مستقیم تسهیلات جدید حمل و نقل، کاهش هزینه های بهره برداری است. خصوصا با توجه به تحقیقات جدید بانک جهانی که هزینه های بهره برداری در راهها را حدود ۸۰ درصد مجموع هزینه های طراحی ساخت، نگهداری و بهره برداری می داند، این موضوع اهمیت فوق العاده ای می یابد. به طور مثال در ایالات متحده آمریکا طول بزرگراه های مدرن ده برابر طول شبکه ریل در کشور مزبور می باشد. همچنین در ژاپن برای حمل ادوات الکترونیکی از توکیو به ناگویا از کامیون استفاده می شود، زیرا در سیستم حمل و نقل ریلی در مسیرهای مزبور ضرورت تحمل هزینه سنگین بسته بندی های قوی، بیش از خود هزینه حمل و نقل اجتناب ناپذیر بوده است، حتی زمانی که حمل با راه آهن ارزانتر از کامیون باشد ممکن است به علت گرانی هزینه های توزیع، باز هم حمل و نقل جاده ای انتخاب شود. البته طول سفر در نوع انتخاب وسیله حمل و نقل موثر است. در تحقیقی که در ایالات متحده امریکا در مورد حمل سبزیجات تازه و میوه به عمل آمده است، در فواصل کمتر از یکصد مایل، ۸۸ درصد با جاده و فقط ۶ درصد با قطار حمل شده است [۷].

هزینه های بسیار بالای پروژه های زیربنایی حمل و نقل، بعنوان یکی از زیر بخشهای اساسی کشور بخش قابل ملاحظه ای از منابع ملی را به خود اختصاص می دهد و حدود ۱۵ درصد از تولید ناخالص ملی صرف این زیر بخش می گردد [۱] همچنین با در نظر گرفتن این مهم که در حال حاضر کشور ما از منظر آمار تصادفات یکی از دارندگان بالاترین آمار کشته در دنیاست ( به اعتراف مسئولین مربوطه در سال ۱۳۸۵ در مجموع ۲۷۵۶۷ نفر در کشور در اثر تصادفات جان خود را از دست داده اند [۲] و همچنین کندی سرعت جابجایی (براساس آمارهای برآورد شده از تاخیرهای ناشی از ترافیک، متوسط زمان سفر در کشورهای صنعتی و پیشرفته ۲۰ دقیقه است در صورتی که این رقم در کشور ما حدود ۳۵ دقیقه میباشد که ۷۵٪ بالاتر بوده و این افزایش زمان با در نظر گرفتن افزایش مصرف بنزین، استهلاک، الودگی هوا، آلودگی صوتی و ... غیر قابل توجیه میباشد [۳]). لذا بازنگری در فرآیند طرح ریزی، برنامه ریزی، مدیریت و اجرای طرحهای عمرانی حمل و نقل جاده ای بسیار تاثیر گذار می باشد.

آمار نشان می دهد که ۵۴ درصد از طرحهای عمرانی- ملی داری اشکالات طراحی بوده، ۲۷ درصد ناقص اجرا شده و ۲۸ درصد در مرحله بهره برداری دارای اشکال هستند. از سوی دیگر کشور ما سالانه به دلیل فقدان ارزیابی و بهره برداری مناسب و کارا معادل ۱۶۵۰ میلیارد ریال در سال متحمل زیان می شود و زیان ناشی از تأخیر در راه اندازی طرح های ملی در سال ۱۳۷۹ معادل ۴۶۰۰ میلیارد ریال می باشد، و باز قابل توجه است که میانگین ظرفیت بهره برداری در ۴۳ درصد از پروژه های عمرانی ملی ۴۸ درصد، متوسط عمر پروژه ها در ایران ۹/۲ سال و در وزارت راه و ترابری ۱۰/۱ سال می باشد [۴]. لذا تغییر در ساختار و روشهای متداول یا استفاده از روش های بهبود می تواند بسیار موثر باشد.

یک راهکار مناسب برای ارتقای این فرایند استفاده از مهندسی ارزش بعنوان یک تکنیک مناسب در جهت بهینه سازی پروژه ها و کاهش زمان و هزینه های جاری پروژه میباشد. مهندسی ارزش در سال ۱۹۴۷ میلادی توسط لارنس مایلز<sup>۱</sup> پایه ریزی گردید. مهندسی ارزش متشکل از چندین روش فنی است که با بازنگری و تحلیل اجرای کار قادر خواهد بود اجرای کامل

<sup>2</sup> Federal Highway Administration

<sup>1</sup> Lawrance d.Miles

## کلیاتی از مهندسی ارزش

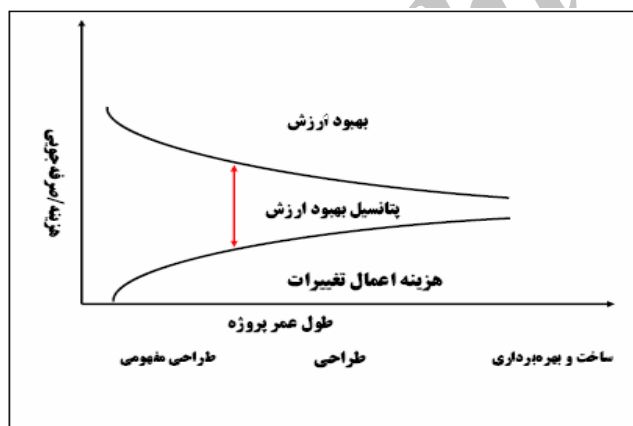
ب- تسهیل‌گر<sup>۳</sup>

پ- اعضای تیم

ت- شرکت کنندگان خارج از پروژه (مدعو)

### - زمان انجام مطالعات مهندسی ارزش

انتخاب زمان مهندسی ارزش برای پروژه‌ها گاه به اندازه کیفیت مطالعات در بهبود ارزش موثر و تعیین‌کننده است. در کشورهای پیشرو در زمینه مهندسی ارزش مانند امریکا، ژاپن، هنگ کنگ، کانادا و ... برای پروژه‌هایی که شرایط خاصی (میزان پیچیدگی متوسط یا هزینه بیش از مقدار معین) را داشته باشند، مهندسی ارزش اجباری می‌باشد. اصولاً هرچه مهندسی ارزش زودتر انجام شود، به دلیل انعطاف‌پذیری بودن پروژه و وجود محدودیت‌های کمتر، توان بهبود ارزش بیشتری وجود دارد. با پیش رفتن پروژه از مرحله مقدماتی به طراحی تفصیلی، امکان تغییر در سطوح بالای پروژه از دست می‌رود. با شروع مرحله ساخت این امکان به شدت کاهش یافته و توانایی مانور گروه‌های مطالعات مهندسی ارزش محدود می‌شود (نمودار ۱). در فاز بهره‌برداری گزینه‌ها برای انتخاب بسیار کم می‌باشند. مجدداً با ورود به فاز تعمیرات و بهسازی، کمی بر امکان بهبود ارزش طرح افزوده می‌شود. چون در آن مرحله می‌توان به ایجاد گزینه‌های جدید و تغییرات کلی امیدوار بود [۸].



نمودار 1: پتانسیل افزایش ارزش در طول عمر پروژه

مهندسی ارزش عبارتست از یک روش گروهی ساختار یافته بر اساس عملکرد پروژه که سعی در حل مسائل و کاهش هزینه‌های طول عمر پروژه دارد. گروه مهندسی ارزش از طریق اعمال فنون و تکنیک‌هایی به یک طرح رسمی برای کار دست می‌یابد. با استفاده از این تکنیک‌ها تیم مهندسی ارزش عملکردهای پروژه، محصولات یا فرآیندها را مشخص کرده و مدلسازی میکند. تیم مهندسی ارزش بخشهای مربوط به بهبود ارزش و زمینه‌های مناسب برای بهبود را در پروژه شناسایی کرده و با استفاده از تفکر خلاق، گزینه‌های ارائه شده توسط اعضا، گزینه‌های مساعد برای بهبود را ارائه می‌دهد. مهندسی ارزش یک ابزار حل مساله است که توان کاهش هزینه‌ها با حفظ یا افزایش کیفیت و کارایی به کمک یک روش سیستماتیک و کارکردگرا و با استفاده از تیمی با تخصص‌های گوناگون را دارد. مهندسی ارزش با استفاده از بهبود عملکرد، ارزش اجزاء، محصولات، طرحها و یا پروژه‌ها را بالا می‌برد. [۸].

### - عوامل موثر در مهندسی ارزش

#### - انتخاب پروژه

نوع پروژه و مبلغ آن می‌تواند پارامتر تعیین‌کننده‌ای باشد به عنوان مثال مطالعات مهندسی ارزش در پروژه‌های کوچک اگرچه مفید است ولی توجیه‌پذیر نمی‌باشد. به طور کلی هم اکنون در کشورهای مختلف معیار و قانون خاصی جهت انجام مطالعات مهندسی ارزش موجود نمی‌باشد ولی بعضی از کشورها مانند امریکا در حال تصویب قانونی مبنی بر اینکه پروژه‌های با مبلغ ریالی بیش از ۲۰۰ میلیون دلار ملزم به انجام این مطالعات گردند می‌باشند. در کشور ایران نیز در سال ۱۳۷۹ در بند "ج" و "د" ماده ۶۱ قانون برنامه سوم اشاره گردیده که کلیه دستگاه‌های اجرایی موظفند طرح‌های عمرانی در دست اجرای خود را به پیشنهاد سازمان مدیریت و برنامه ریزی به منظور ساده سازی و ارزان سازی (با اعمال مهندسی ارزش) ضمن رعایت استانداردهای فنی مورد بازنگری قرار دهند.

#### - تیم مهندسی ارزش

ترکیب گروه با توجه به نوع و پیچیدگی پروژه تغییر می‌کند نقش اعضای یک گروه شامل موارد زیر میباشد:

الف - رهبر تیم مهندسی ارزش

### فرآیند مهندسی ارزش

فرآیند مطالعه ارزش یک فرآیند منطقی و سیستماتیک بوده که در آن استفاده از یک گروه متشکل از تخصصهای مختلف برای رسیدن به اهداف مطالعه گرد هم جمع می‌گردند. باید قبل از شروع فازهای مختلف مواردی از قبیل تعیین موضوع مطالعه، تامین کننده هزینه ها، میزان سرمایه مورد نیاز گروه مهندسی ارزش، طریقه ارائه گزارش و سطوح مدیریت درگیر مشخص گردد. بهتر آن است که موارد فوق طی نامه‌ای به تایید مدیریت رسانده شود.

فرآیند مهندسی ارزش به صورت یک فعالیت مشخص شامل سه مرحله می‌باشد:

الف - فعالیت پیش از کارگاه<sup>۱</sup> (مرحله آماده‌سازی پیش از کارگاه)

ب - کارگاه یا انجام مطالعه مهندسی ارزش<sup>۲</sup>

پ - بعد از اجرای کارگاه یا فعالیتهای پس از مطالعات مهندسی ارزش<sup>۳</sup>

### فازهای مختلف مهندسی ارزش

#### - فاز گردآوری اطلاعات

هدف از فاز گردآوری اطلاعات، تکمیل مجموعه داده‌هایی است که تهیه آنها از مرحله مطالعات مقدماتی آغاز شده است. در صورتی که بازدید از کارگاه در مرحله مطالعات مقدماتی انجام نشده باشد، لازم است در این مرحله حتما انجام شود. در این فاز، منشور محدود مطالعات را با توجه به اطلاعات جدیدی که در مرحله گردآوری اطلاعات جمع‌آوری شده است، بازنگری می‌گردد[۹].

#### - فاز تحلیل کارکرد

تعریف و تحلیل کارکرد قلب متدولوژی ارزش است. این مرحله اساسی ترین وجه تمایز متدولوژی ارزش از سایر روش های بهبود است. هدف این مرحله تعیین سودمندترین اقلام و محدوده ها برای ادامه مطالعات می‌باشد. لازم است در این مرحله گام های زیر انجام گیرند:

۱- تشخیص و تعریف کارکردهای محصول، پروژه و یا فرآیند تحت مطالعه به کمک افعال معلوم و اسامی قابل اندازه گیری.

۲- دسته بندی کارکردها برحسب اصلی و ثانویه.

۳- گسترش کارکردهای تعریف شده در گام ۱ (اختیاری)  
۴- ایجاد یک مدل سلسله مراتبی/ منطقی کارکرد و یا رسم نمودار تحلیل کارکرد<sup>۴</sup>.

۵- تخصیص هزینه و سایر معیارهای قابل سنجش به کارکردها.

۶- تعیین بهای هر کارکرد با در نظر گرفتن گرایشات مشتری/ بهره بردار.

۷- مقایسه هزینه هر کارکرد با بهای آن برای تعیین بیشترین پتانسیلهای بهبود.

۸- ارزیابی کارکردها بر مبنای کارایی.

۹- انتخاب کارکردها برای ادامه مطالعات.

۱۰- تصحیح حدود مطالعات [10].

پس از تکمیل تحلیل کارکرد مراحل زیر انجام می شود:

- تعیین هزینه کارکردها
- تعیین ارزش یا ماهیت کارکردها
- محاسبه شاخص ارزش و تخصیص آن به کارکردها

#### - فاز خلاقیت

فاز خلاقیت گامی مهم در فرآیند مهندسی ارزش می باشد. این فاز شامل تولید انبوه نظرات برای راه‌حل‌های جایگزین جهت انجام کارکرد مورد نظر می باشد. کلیه نظرات بدون آنکه قضاوت بر روی آنها انجام شود آزادانه مطرح می گردند. در فاز خلاقیت، چند گزینه به دست می آید پس از ارائه نظرات کلیه ایده ها باید به پیشنهاد عملی تبدیل گردد.

#### - فاز ارزیابی

در فاز ارزیابی، عقاید و ایده‌هایی که در فاز خلاقیت ایجاد گردید تصفیه، اصلاح و ترکیب می گردند تا پیشنهاد مورد نظر حاصل شود. گزینه های مربوط به عملکردها توسعه داده می شوند، این گزینه ها برای تحلیل هزینه مقایسه و تخمین زده می شوند و بهترین ایده ها انتخاب می گردند. هدف مرحله ارزیابی، ترکیب ایده ها و موارد ارائه شده در مرحله خلاقیت و انتخاب کارکردهای امکان پذیر، برای بررسی و توسعه می باشد.

#### - فاز توسعه

هدف فاز توسعه گردآوری اطلاعات مناسب و حقیقی در مورد هر گزینه پیشنهادی است که الزامات کارفرما را برآورده می کند. این ایده ها برای امکان پذیری فنی و قابلیت حصول اقتصادی مورد بررسی قرار می گیرند. بعد از اینکه ایده‌های

#### ❖ اعتقادات صادقانه نادرست: برخی تصمیم سازی ها

براساس باورهای نادرست و نه حقایق درست انجام می شوند.

#### ❖ تفکر عادت شده: فکر کردن و انجام کارها به یک روش

ثابت، یکی از علل شایع برای پیدایش ارزش ضعیف است. این تدبیر اقدامی دفاعی برای به حداقل رساندن ریسک است که توسط مدیریت، از طریق به کار گیری بدون انعطاف استانداردهای طراحی، فرآیندها، عادت‌ها و سنتها بدون در نظر گرفتن تغییرات، نیازها و فناوری اتخاذ می شود. حال آنکه همگام بودن با آخرین دستاوردهای علوم و فنون در جهان پیچیده امروز یک اصل ضروری است.

#### ❖ ریسک ضررهای شخصی: هر مهندس یا مدیری، خوب

می داند هیچ کاری صد در صد قطعی نیست. همچنین می داند ریسک کاری که بارها و بارها انجام شده است، از ریسک هر کار جدید کمتر است. از اینرو در اکثر موارد تصمیمات غالباً براساس تجربیات گذشته با اعمال داده های تقریباً مرتبط و نه کارهای جدید و ناآشنا گرفته می شود.

#### ❖ بی میلی به مشورت: طراحان و برنامه ریزان اغلب در

مشورت با دیگران سهل انگاری می کنند، زیرا گمان می کنند مشورت کردن ممکن است اعتراف به این باشد که پاسخ را نمی دانند.

#### ❖ کمبود زمان: در شرایطی که به هر دلیلی زمان برنامه ریزی

شده برای طرح فشرده باشد و طرح نیز می باید دقیقاً طبق برنامه زمانبندی شده تهیه شود، اغلب غیر ممکن است به روشهای مناسب برای ایجاد بیشترین ارزش دست یافت. طراحان ناگزیر هستند در اکثر موارد راه حل قابل قبولی را که به نظر می رسد بتوانند کار را با استفاده از آن در زمان تعیین شده به اتمام برسانند بپذیرند.

#### ❖ نگرش منفی: برخی از افراد تمایلی به هیچ نوع تغییر

پیشنهادی، صرف نظر از ماهیت آن، بویژه اگر آن تغییر مستقیماً بر طراحی آنها تأثیر بگذارد ندارند.

#### ❖ فناوری پیوسته متغیر: گامهای سریع در توسعه فرآیندها،

محصولات و مصالح، منجر به ارائه تغییر مداوم و در بسیاری مواقع ایجاد راه‌حلهایی با هزینه کمتر در انجام کارکردهای مورد نظر می‌گردد.

توسعه یافته، ارزیابی شده و هزینه ها تخمین زده شدند، گروه مهندسی ارزش گزینه انتخاب شده را به جهت تعیین نیازهای اقتصادی و فنی مرور میکند و این در صورتی است که اهداف مهندسی ارزش و الزامات پروژه برآورده شود.

#### - فاز ارائه

این فاز شامل یک ارائه شفاهی اولیه همراه با یک گزارش کتبی کامل است. به عنوان آخرین مرحله مطالعه ارزش، تیم متدولوژی ارزش نظریات خود را جهت تصمیم گیری ارائه می- دهد. در طول ارائه و بحثهای تعاملی، تیم به توافقات تازه ای برای اجرای پروژه یا اطلاعات جدیدی که برای این کار لازم است، می‌رسد. پیشنهادات گزینه های مختلف همراه با اطلاعات پشتیبانی و تأییدات مصوب مدیریت توسط گزارش کتبی، مستند میگردد. وجوه متعدد هزینه ها شامل هزینه فعلی، پیشنهادی و هزینه های اجرایی و مهم تر از همه صرفه جویی مورد انتظار در هزینه باید به دقت تحلیل شده و به درستی مشخص گردند. میزان واقع بینانه و صحیح بودن هزینه ها مبنای پذیرش یا عدم پذیرش پیشنهاد میباشد.

#### - تصویب پیشنهادهای مورد تایید

آن دسته پیشنهادهاتی که پس از بررسی مشاور طراح قابل اجرا تشخیص داده می شوند، به کارفرما اعلام میگردد و پس از بررسی نهایی توسط کارفرما، باز طراحی پروژه در زمینه های متأثر از پیشنهادهای مصوب، به مشاور طراح واگذار می شود. تأکید بر این نکته ضروری است که بازطراحی پروژه، تنها در حیطه وظایف مشاور طراح پروژه است و به هیچ وجه ارجاع فرایند بازطراحی به واحدهای دیگر توصیه نمیشود. پس از تصویب طرح جدید و اتمام فرآیند، ضرورت دارد تمام مراحل فرآیند مستند شده، به همراه سایر مستندات پروژه نگهداری شود[11].

#### - علل کاهش ارزش در پروژه‌ها :

❖ کمبود اطلاعات: عدم موفقیت در بدست آوردن اطلاعات کافی و مرتبط، این عدم موفقیت ممکن است زاییده کمبود دانش یا عدم درک تمام نیازهای برنامه اولیه پروژه باشد، و این خود یکی از رایج ترین دلایل انجام مطالعات مهندسی ارزش است. نبود اطلاعات کافی برای تصمیم سازی موجب توسل به حس و گمان متوسل میشود.

اگرچه پول (هزینه و صرفه جویی) تنها فاکتور مهم نیست، با این حال به دلیل سهولت کمی سازی و مقایسه، معیار خوب و پذیرفته شده‌ای برای اندازه گیری میزان موفقیت می باشد.

#### - خلاصه یافته‌های گزارش شورای پژوهش حمل و نقل آکادمی ملی علوم آمریکا<sup>۱</sup>

این گزارش که در سال ۲۰۰۵ منتشر گردید و روش بکارگیری مهندسی ارزش در ادارات حمل و نقل در ایالت متحده و کانادا را مورد تحلیل قرار داده است. در گزارش سال ۲۰۰۵، با بررسی تجارب ادارات حمل و نقل و جستجوی گسترده منابع، نکات مهمی استخراج شده است که می تواند در رسیدن به حداکثر استفاده از متدولوژی مهندسی ارزش در پروژه های زیربنایی حمل و نقل کمک شایانی باشد. جمع بندی های کلی این گزارش به شرح زیر می باشد:

الف- به طور کلی فرآیند و آئین نامه های مهندسی ارزش، در بیشتر سطوح ادارات حمل و نقل از جمله مدیریت ارشد، جایگاه مطلوبی یافته است. مهندسی ارزش، راهی موثر برای بهبود عملکرد پروژه و یا کاهش هزینه های غیر ضروری سرمایه ای و بهره برداری شناخته می شود.

ب- صلاحیت و تجربه راهبر تیم و کارشناسان، از جمله عوامل کلیدی موفقیت برنامه های مهندسی ارزش می باشد.

ج- مهندسی ارزش وقتی زود هنگام در فرآیند توسعه پروژه به کار گرفته شود، کارائی و تاثیر گذاری بیشتری بر عملکرد، کیفیت و هزینه پروژه دارد.

د- آستانه هزینه ۲۵ میلیون دلار، هم بعنوان انگیزه و هم بعنوان محدودیت برای بعضی ادارات حمل و نقل تعیین گردیده است. در بعضی ادارات متوسط که هزینه پروژه ها، پایین تر از این مقدار است، ندرتاً مهندسی ارزش انجام می شود.

ه- ضروری است راهکاری مبنی بر اجماع برای سنجش منافع اجرای ( ارتقای عملکرد و یا هزینه های کمتر طول عمر) مطالعات مهندسی ارزش و موفقیت برنامه های مهندسی ارزش تدوین گردد.

❖ رعایت دقیق استانداردها: ضرورتها و استانداردهای منتشره، اغلب به طور فرضی و با عطف به کیفیت مواد، ایمنی یا روشهای اجرایی مشخص شده اند. در مواردی که اختصاصاً از چنین ضرورتهایی نام برده نشده باشد، این ضرورتها توسط برنامه ریز یا طراح فرض می گردند. نتیجه این کار، طراحی با مشخصات بالاتر از استانداردهاست.

❖ انجام کار به هر قیمت: وقتی مساله ای شناسایی می شود، واکنش طبیعی آن است که طرحی تهیه شود که مساله را به طور کامل حل کند. هزینه ۹۵٪ از یک مساله ممکن است در حد منطقی باشد، اما حل باقی مانده مساله می تواند هزینه را به طور نامعقولی افزایش دهد. بنابراین، حل ۹۵٪ مساله و استفاده از بقیه پول برای حل مسایل دیگر ممکن است نگرش عاقلانه تری باشد.

❖ روابط انسانی ضعیف: فقدان ارتباط خوب و عدم درک متقابل، حسادت و برخورد روزمره میان افراد، از سرچشمه های همیشگی ایجاد هزینه های غیر ضروری است [14].

#### بررسی تجارب جهانی مهندسی ارزش در پروژه های زیربنایی حمل و نقل جاده ای

#### - نتایج مهندسی ارزش در ادارات راه و ترابری ایالات مختلف آمریکا

آمریکا بعنوان مهد مهندسی ارزش یکی از کشورهای پیشرو در استفاده از مهندسی ارزش در پروژه های حمل و نقل جاده ای در سطح جهان مطرح می باشد. در سال ۱۹۸۵، آشتو ( انجمن مقامات ایالتی راه و ترابری آمریکا) به صورت رسمی مهندسی ارزش را بعنوان فرآیند بازنگری در توسعه بزرگراهها پذیرفت و اداره بزرگراهها در تهیه و تدوین راهنمای آشتو در مهندسی ارزش در سال ۱۹۸۷ مشارکت فعال داشته است [12].

سیاست اداره فدرال بزرگراهها ادارات راه و ترابری ایالت های مختلف را ملزم ساخته است تا گزارش سالیانه ای از مهندسی ارزش خود ارائه دهند. بر طبق این اطلاعات، در سال مالی ۱۹۹۸، ۳۹ ایالت یک مطالعه مهندسی ارزش داخل سازمانی یا با کمک مشاور یا بیشتر به انجام رسانده اند. در مجموع ۴۳۱ مطالعه ارزش در بزرگراه های بهره مند از کمک دولت فدرال انجام شد (جدول ۱). ارزش کل پیشنهادات پذیرفته شده، ۷۶۹/۷ میلیون دلار بود که بازگشت سرمایه ۱۱۷ دلار به ازای هر دلار مصرف شده در مطالعات را نشان می دهد [6].

ردیف	ایالت	تعداد مطالعات	ایالت	نسبت صرفه جویی کل توصیه ها به هزینه مطالعات	ایالت	نسبت صرفه جویی توصیه های پذیرفته به هزینه مطالعات
۱	ویرجینیا	۷۷	نوادا	۵۵۲۳	اوکلاهما	۱۲۴۹
۲	فلوریدا	۵۵	اوکلاهما	۲۰۰۰	آلیاما	۱۰۴۹
۳	پنسیلوانیا	۲۴	فلوریدا	۱۶۰۷	میشیگان	۳۴۴
۴	نیوجرسی	۲۲	اورگان	۱۲۹۴	اوهایو	۳۲۳
۵	کالیفرنیا	۱۹	آلیاما	۱۰۴۹	کارولینای جنوبی	۳۰۳
۶	تگزاس	۱۶	کالیفرنیا	۷۲۹	کالیفرنیا	۲۷۶
۷	واشینگتن	۱۴	میشیگان	۶۴۶	فلوریدا	۲۵۸
۸	نیویورک	۱۴	تنسی	۵۷۹	واشینگتن	۱۹۶
۹	کارولینای شمالی	۱۲	تگزاس	۵۷۴	ویرجینیا	۱۸۳
۱۰	آریزونا	۱۲	اوهایو	۵۷۱	نیوجرسی	۱۵۷

جدول ۱: ده ایالت برتر در زمینه مهندسی ارزش پروژه های حمل و نقل آمریکا در سال مالی ۱۹۹۸

میتوان به مشکلات زمین با ۱۰/۱ درصد، ضعف در مطالعات اولیه طرح با ۶/۵ درصد، ضعف دستگاه اجرایی با ۱۲/۱ درصد، ضعف مشاور طراح با ۳/۵ درصد، ناتوانی برخی پیمانکاران در اجرای پروژه ها با ۷ درصد، ضعف در تدارکات و ماشین آلات با ۸ درصد، نارسایی اعتبارات با ۳۹/۲ درصد و سایر موارد با ۱۳/۶ درصد اشاره کرد.

لازم به ذکر است سایر موارد شامل موارد ذیل می باشد:

- شرایط جوی و عوامل قهری
- مشکلات ورود کالا و عدم دریافت بموقع آن
- مشکلات تهیه مواد ناریه
- عدم وجود طرح جامع و اصولی
- اختلاف دستگاه نظارت و پیمانکار
- تغییر در مشخصات فنی طرح
- مشکلات اخذ پروانه و اجازه شهرداری
- تاخیر در اخذ پروانه ساخت
- کمبود قیر، سیمان و دیگر مصالح مصرفی [۱۴].

و- تداوم برنامه های آموزشی مهندسی ارزش، به منظور حفظ انگیزه سازمان ها به تخصیص منابع برای مهندسی ارزش ضروری است. با این حال، برنامه های آموزشی، بیشتر تحت تاثیر سرمایه گذاری کلی طرح های حمل و نقل هستند.

مهندسی ارزش می تواند به شکل موثرتری با دیگر رویکردهای فنی یا ارتقای مدیریت، مثل مدیریت موجودی، ممیزی ایمنی راه، طراحی منطبق با محیط<sup>۱</sup> و تیم تکنولوژی تسریع ساخت<sup>۲</sup> تلفیق شود [۱۳].

#### - مقایسه پروژه های تکمیل شده وزارت راه و ترابری بر مبنای برنامه زمانبندی

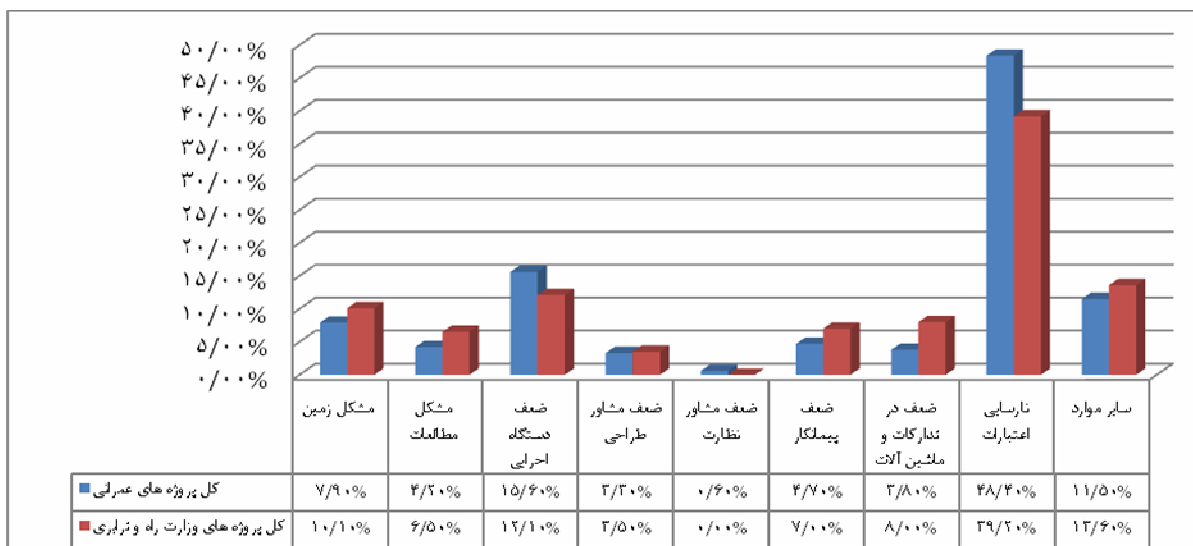
بر اساس آمار ارائه شده توسط معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی، از میان ۲۶۹ پروژه نظارت شده ۸۹ پروژه (۳۳/۱ درصد) با وزن مالی ۱۳/۸ درصد مطابق با برنامه زمانبندی، ۳۳ پروژه (۱۲/۳ درصد) با وزن مالی ۱۸/۶ درصد جلوتر از برنامه زمانبندی و ۱۴۷ پروژه (۵۴/۶ درصد) با وزن مالی ۶۷/۶ درصد عقب تر از برنامه زمانبندی می باشند.

#### - بررسی علل تاخیر در پروژه های وزارت راه و ترابری

بر مبنای اطلاعات حاصله از گزارش نظارتی پروژه های عمرانی ملی سال ۱۳۸۵، از جمله علل مهم تاخیر پروژه های عمرانی

<sup>1</sup> - Context – Sensitive Design (CSD)

<sup>2</sup> - Accelerated Construction Technology



نمودار ۲: مقایسه علل تاخیرات پروژه های عمرانی و پروژه های وزارت راه و ترابری سال ۱۳۸۵

افزارهای آماری، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. و در انتها با استفاده از نتایج و یافته های قبل توصیه های لازم در جهت بهینه سازی این متدولوژی با پروژه های زیربنایی حمل و نقل جاده ای کشور ارائه می گردد.

پس از آنکه اعتبار و روایی پرسشنامه را مورد تحلیل قرار دادیم و از آن اطمینان حاصل کردیم، نوبت به آن می رسد که پرسشنامه ها را بعنوان ابزار گردآوری داده ها در میان افراد جامعه آماری توزیع کرده و نظرات آنها را در چارچوب موضوع تحقیق گردآوری کنیم. در این فصل با توجه به داده های گردآوری شده، به بررسی سئوالات تحقیق پرداخته و درصد دستیابی به اهداف تحقیق هستیم. از این رو در ابتدا به توصیف ویژگیهای جمعیت شناختی نمونه مورد بررسی می پردازیم تا اگر خواستیم در آینده در مورد جامعه ای دیگر نیز نتایج این تحقیق را تعمیم دهیم، مشخصات کلی تحقیق حاضر جهت مقایسه با جامعه آماری جدید قابل دسترسی باشد. همچنین متغیرهای جمعیت شناختی نمونه می تواند تصویری روشن از جامعه را در اختیار خوانندگان و محققان قرار دهد.

در تجزیه و تحلیل پرسشنامه از مباحث استنباطی و توصیفی استفاده شده است. آزمون استنباطی مورد استفاده با توجه به شرایط حاکم بر داده های آماری این تحقیق آزمون بی نومینال<sup>۲</sup> می باشد.

### - مهمترین عوامل تاثیرگذار بر زمان - هزینه اجرای پروژه های زیربنایی حمل و نقل جاده ای

- ✓ ضعف یا تغییر در مدیریت (ناشی از ارکان پروژه)
- ✓ کمبود و یا پراکندگی نامناسب اعتبارات (ناشی از کارفرما - غیر قابل کنترل)
- ✓ عدم دقت در برآورد زمان یا هزینه اجرا توسط مشاور طرح
- ✓ تغییر در نقشه های اجرایی (ناشی از کارفرما - مشاور)
- ✓ عدم هماهنگی با سایر ادارات و سازمانها (ناشی از کارفرما - غیر قابل کنترل)
- ✓ فقدان نیروهای تخصصی، اجرایی و کارآمد در عوامل ارکان پروژه
- ✓ ضعف ناشی از کمبود گزارشات و عدم مستندسازی از طرف پیمانکار
- ✓ عدم ارزیابی و یا تدوین استراتژی مناسب توسط پیمانکار
- ✓ نقص در مطالعات اولیه توسط مشاور
- ✓ کمبود و یا افزایش قیمت مصالح [۱۵].

### مطالعه میدانی

بمنظور دسترسی به نظرات صاحب نظران و اعضای تیم مهندسی ارزش کارگاههای موضوع تحقیق، پرسشنامه ای با استفاده از اطلاعات کتابخانه ای قبلی تهیه و تنظیم گردید و میان جامعه آماری تحقیق توزیع شد، پس از جمع آوری، با استفاده از نرم

<sup>1</sup> Demographic

<sup>2</sup> - Binomial



جدول ۲ - وضعیت ارسال و دریافت پرسشنامه ها

بررسی ویژگیهای جمعیت شناختی نمونه

جامعه آماری این تحقیق مجموعه ای از کارشناسان دارای مدرک تحصیلی لیسانس یا بالاتر می باشند که حداقل یکبار در کارگاههای آموزشی و حرفه ای مهندسی ارزش پروژه های زیربنایی حمل و نقل جاده ای به عنوان عضو اصلی تیم شرکت دسته اند ، می باشد. این افراد به لحاظ درگیری در پروژه های حمل و نقل جاده ای و حضور مستقیم در کارگاه مهندسی ارزش می توانند اطلاعات مناسب و ارزشمندی را در اختیار این تحقیق قرار دهند. شناسایی این افراد از توسط مهندسین مشاورین کريت کارا، اندیشگاه مهندسی ارزش، بخش مهندسی ارزش وزارت راه و ترابری ایران، شرکت مادر تخصصی ساخت و توسعه زیربنای حمل و نقل و مهندسین مشاور مترا انجام پذیرفت.

بر این اساس ، برای ۶۳ نفر پرسشنامه از طریق حضوری ، و اینترنتی ارسال شد، جهت سهولت در تکمیل پرسشنامه اینترنتی صفحه ای طراحی گردید تا تکمیل بدون ارسال ایمیل صورت پذیرد و با وارد کردن آدرس سایت ([www.sarchami.khavasi.com](http://www.sarchami.khavasi.com)) پرسشنامه برآحتی تکمیل می گردد. جدول ۲- نحوه ارسال و میزان برگشت هر روش را نمایش میدهد.

ردیف	نحوه ارسال	تعداد ارسالی	تعداد دریافتی	درصد برگشت
۱	حضورى	۳۱	۱۸	۵۸/۰۶
۲	اینترنت	۳۲	۵	۱۵/۶۲
	جمع کل	۶۳	۲۳	۳۶/۱۵

### تحلیل پرسشنامه ها

#### الف- خصوصیات پرسش شوندهگان

با توجه به تنوع رشته تحصیلی پرسش شوندهگان و به منظور سهولت تحلیل ، رشته های تحصیلی به پنج دسته : ۱- مهندسی عمران ۲- مهندسی مکانیک ۳- مهندسی صنایع ۴- مهندسی کشاورزی ۵- مدیریت MBA ۶- حمل و نقل گروه بندی گردید.

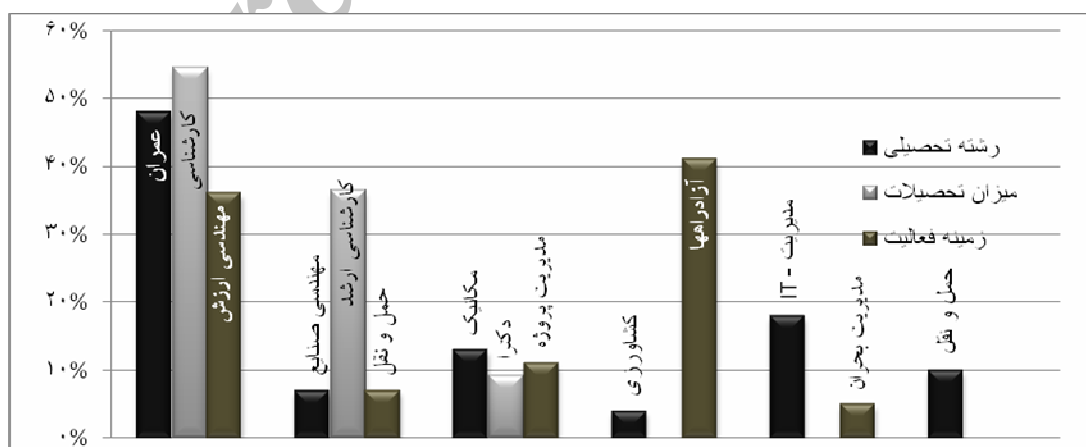
#### میزان تحصیلات :

تحصیلات در جامعه آماری مورد مطالعه به ۳ سطح کارشناسی (Bachelor) ، کارشناسی ارشد (Master) و دکترا (Phd) تقسیم بندی می گردد که میزان فراوانی هر گزینه در نمودار ۳-۲ نشان داده شده است.

#### زمینه فعالیت :

زمینه فعالیت پرسش شوندهگان دارای تنوع بسیاری می باشد. ولی به منظور سهولت تحلیل و همچنین با توجه به فراوانی بعضی از زمینه ها ، دسته بندی زیر برای زمینه فعالیت انجام شد:

- ۱- مهندسی ارزش ۲- حمل و نقل ۳- برنامه ریزی و مدیریت پروژه ۴- اداره کل آزادراهها
- ۵- مدیریت بحران.

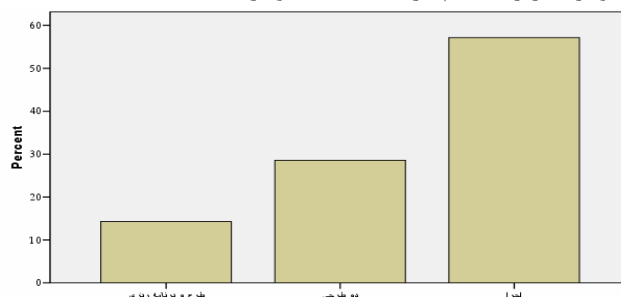


نمودار ۳: ویژگیهای جمعیت شناختی جامعه آماری

## نتایج مربوط به مشخصات کارگاه مهندسی ارزش

### زمان انجام کارگاه مهندسی ارزش

با توجه به مفاهیم مهندسی ارزش و اهمیت فراوان زمان اجرای کارگاه بدلیل وجود محدودیت‌ها در زمان اجرا و کارایی بالاتر کارگاه در صورت برگزاری در فاز طراحی، این گزینه مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاکی از آن است که ۵۷/۱ درصد کارگاههای مهندسی ارزش پروژه‌های زیربنایی حمل‌ونقل در فاز اجرا، ۲۸/۶ درصد در فاز طراحی و ۱۴/۳ درصد در مرحله طرح و برنامه‌ریزی انجام گردیده است (نمودار ۴).



نمودار ۴: زمان انجام کارگاه مهندسی ارزش

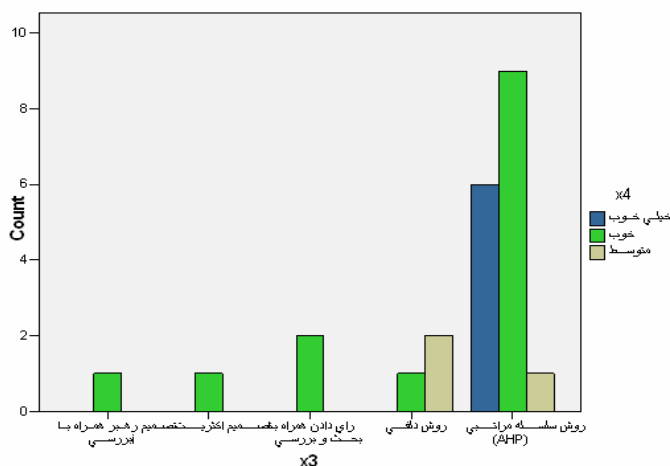
### وجود ضعف در مراحل ششگانه

با توجه به شرایط حاکم بر کارگاههای مهندسی ارزش پروژه‌های زیربنایی حمل‌ونقل کشور و جهت رسیدن به کارایی بالا نیاز است که ابتدا مشکلات مشخص گردد و سپس با توجه به مشکلات راهکار مناسب ارائه شود، نتایج حاصله نشان می‌دهد که بالاترین ضعف در مرحله اطلاعات است با ۲۷/۹ درصد، پس از این مرحله، مرحله تحلیل کارکرد با ۲۰/۶ درصد انتخاب گردیده است. سایر مراحل به ترتیب بیشترین ضعف شامل: ۱۹/۱ درصد مرحله توسعه، ۱۱/۸ درصد مرحله خلاقیت، ۴/۴ درصد مرحله ارزیابی و ۲/۹ درصد مرحله ارائه می‌باشند. لازم به ذکر است که ۱۳/۲ درصد از پرسش‌شوندگان هیچکدام از مراحل مهندسی ارزش ضعف و نارسایی مشاهده ننموده‌اند.

### رضایت از روش ارزیابی ایده‌ها

این سؤال در جهت رسیدن به بهترین روش ارزیابی ایده‌ها طرح گردیده که با تلفیق سئوال‌ها روش ارزیابی و رضایت از روش ارزیابی مورد استفاده تعیین گردید. لازم به ذکر است برای رسیدن به نتایج دلخواه با توجه به شرایط حاکم بر داده‌های آماری این فرض اعم از ترتیبی بودن مقیاسها، طبیعی نبودن توزیع مقیاسها و بطور کلی عدم حصول شرایط آزمونهایی

پارامتریک، از آزمون آزمون خی ۲<sup>۱</sup> استفاده گردید [۱۶]. با توجه به روشهای متفاوت ارزیابی ایده‌ها و همچنین اهمیت بسیار بالای این موضوع در قبول یا رد ایده‌ها این پرسش در پرسشنامه گنجانده شد. نتایج حاکی از آن است که ۶۶/۲٪ روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، ۱۴/۷٪ روش دلفی، ۷/۴٪ رای دادن همراه با بحث و بررسی، ۵/۹٪ تصمیم اکثریت و ۵/۹٪ تصمیم رهبر همراه با بحث و بررسی را انتخاب کرده‌اند. لازم به ذکر است گزینه تصمیم رهبر و ماتریس وزنی انتخاب نشدند.



نمودار ۵ - رضایت از روش ارزیابی ایده‌ها

### تحلیل پرسش‌های باز

در انتهای پرسشنامه دو سؤال باز به منظور جمع آوری نظرات، پیشنهادات و مشکلاتی که جامعه آماری در کارگاههای مهندسی ارزش پروژه‌های زیربنایی حمل‌ونقل جاده‌ای کشور با آنها برخورد و یا برای ایشان بوجود آمده است، پیش بینی شده است. سئوال‌ها شامل:

- الف- در کارگاه مهندسی ارزش با چه مشکلاتی مواجه شدید؟
- ب- به نظر شما چه فاکتورهایی میتواند موجب بالا رفتن کیفیت و کارایی مهندسی ارزش در پروژه‌های زیربنایی حمل-ونقل جاده‌ای گردد؟

پس از جمع آوری و بررسی پرسشنامه‌ها مشخص گردید که از ۲۳ پرسش شونده، ۱۷ نفر به سئوال‌ها پاسخ داده‌اند که از این تعداد ۱۳ نفر به هر دو سؤال و ۴ نفر تنها به سؤال اول پاسخ دادند. با توجه به تنوع بسیار زیاد و وجود بعضی مشترکات در آنها، پاسخها را در ۲۶ دسته تقسیم شد.

<sup>۱</sup> - Chi-Square

مهندسی ارزش در پروژه‌های زیربنایی حمل‌ونقل جاده‌ای کشور از نظر پرسش‌شوندگان شامل: آشنایی کافی تیم به مبانی مهندسی ارزش و آموزش اولیه به اعضای تیم، اعتقاد مدیران ارشد به کارایی این تکنیک، استفاده از تیم مجرب د فاز توسعه ایده‌ها، جمع‌آوری اطلاعات هزینه‌ای مناسب با تمرکز به مشکلات پروژه، سازمان دهی و مدیریت موثر کارفرمایی و درج انجام مطالعات مهندسی ارزش در قرارداد مشاور طراحی می‌باشد که از این فاکتورها و فراوانی آنها در فصل آینده جهت رسیدن به شرایط بهینه در کارگاههای مهندسی ارزش در پروژه‌های حمل‌ونقل زیربنایی کشور استفاده خواهد شد.

قه‌ری، مشکلات تهیه مواد ناریه، اختلاف دستگاه نظارت و پیمانکار و کمبود مصالح مصرفی اعم از قیر، سیمان و ... می‌توان اشاره کرد.

پس از بررسی‌های انجام گرفته در خصوص شرایط حاکم بر پروژه‌های زیر بنایی حمل‌ونقل جاده‌ای کشور که از طریق بررسی مطالعات مهندسی ارزش اجراء شده در داخل و خارج کشور به آن پرداخته شد و پتانسیل‌های موجود در این پروژه‌ها و همچنین با توجه به نظرات جامعه آماری، توانایی مهندسی ارزش در بهبود کیفیت و کارایی پروژه‌های عمرانی اعم از صرفه جویی در هزینه‌های اجرایی، کاهش زمان اجرا و کاهش خطاهای طراحی مورد تأیید قرار گرفت لذا می‌توان عنوان کرد که فرآیند مهندسی ارزش امری تأثیر گذار در پروژه‌های زیر بنایی حمل‌ونقل جاده‌ای بوده و می‌توان این تأثیر گذاری را برای پروژه‌های زیر بنایی جاده کشور تعمیم داد از این رو به جرأت می‌توان ادعا کرد که متدولوژی مهندسی ارزش توانسته است تأثیرات مثبتی بر افزایش ارزش پروژه‌های زیر بنایی حمل و نقل کشور داشته باشد و جهت بالا بردن کیفیت، کارایی و اثربخشی بهتر این پروژه‌ها، استفاده از این تکنیک بسیار موثر و حیاتی می‌باشد.

استفاده از رهبر مجرب و دارای توانایی مدیریتی بالا در کارگاه‌های مهندسی ارزش پروژه‌های زیر بنایی حمل‌ونقل جاده‌ای کشور بعنوان یکی از فاکتورهای تأثیر گذار در رسیدن به نتایج بهتر کارگاه بر اساس دست‌آوردهای تحقیق تعیین گردید. بر مبنای بررسی‌های انجام یافته، ۷۸٪ از رهبری کارگاه‌های مذکور توسط افراد با درجه دکترا انجام گرفته که نشان از تأثیر بسزای مدرک تحصیلی در انتخاب رهبری تیم مهندسی ارزش دارد. از سوی دیگر بررسی تجربه کاری رهبر در موضوع کارگاه، یکی دیگر از فاکتورهای تأثیر گذار است که با توجه به نتایج

همانطور که از نتایج می‌توان استنباط کرد، مسئله نبود اطلاعات کافی در خصوص پروژه، عدم آشنایی و بعضاً مخالفت و مقاومت مشا در برابر ایده‌های ارائه شده، عدم آشنایی برخی از اعضای تیم با مهندسی ارزش، انتظارات غلط و عدم آشنایی کارفرما از مهندسی ارزش، عدم حضور برخی افراد ذینفع و تأثیرگذار در کارگاه و کمبود زمان در اجرای فازها و وقت کم عوامل حاضر در کارگاه مواردی می‌باشند که بعنوان مشکلات کارگاههای مهندسی ارزش در پروژه‌های زیربنایی حمل‌ونقل دقت و توجه درصد بالایی از پرسش‌شوندگان را به خود جلب کرده است. از نتایج سری دوم سئوال‌ات می‌توان استنباط کرد که مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار بر بالا رفتن کیفیت و کارایی

## نتیجه‌گیری و ارائه راهکارها

### نتیجه گیری

در مقاله حاضر با توجه به ماهیت تحقیق دو نوع فرضیه را مورد بررسی قرار دادیم. نوع اول فرضیات توانایی مهندسی ارزش را با توجه به شرایط پروژه‌های زیر بنایی حمل و نقل جاده‌ای کشور مورد بررسی قرار می‌دهد. این موضوع بعنوان یک سئوال اساسی در این تحقیق مطرح است که آیا این تکنیک توانایی ایجاد بهبود ارزش پروژه‌های مذکور را داراست؟ و آیا این بهبود ارزش در مطالعات انجام شده نیز حاکم است یا خیر؟

نوع دوم فرضیات به صورت جزئی‌تر فرآیند مهندسی ارزش را در پروژه‌های زیربنایی حمل‌ونقل زیربنایی کشور مورد بررسی قرار می‌دهد که در ادامه به بررسی این فرضیات می‌پردازیم.

پیش از پرداختن به نتایج فرضیات مطالعه میدانی، لازم است با توجه به اهداف تحقیق مشکلات پروژه‌های زیربنایی حمل‌ونقل جاده‌ای کشور مورد بازگویی قرار گیرد. بر اساس این یافته‌ها از جمله مهمترین علل و عوامل تاخیرات و مشکلات طرح‌های وزارت راه و ترابری می‌توان به نارسایی اعتبارات با ۳۹/۲٪، ضعف دستگاه اجرایی با ۱۲/۱٪، مشکلات تملک زمین با ۱۰/۱٪، ضعف در تدارکات ماشین‌آلات با ۸ درصد، ضعف دستگاه اجرایی با ۷ درصد و ضعف در مطالعات اولیه طرح با ۶/۵٪ اشاره کرد. از دیگر فاکتورهای تأثیرگذار در پروژه‌های وزارت راه و ترابری مقایسه پروژه‌های اجراء شده بر مبنای برنامه زمانبندی می‌باشد لذا بر این اساس ۵۴/۶٪ از پروژه‌ها عقب‌تر از برنامه زمانبندی بوده، ۱۲/۳٪ مطابق با برنامه زمانبندی و ۱۳/۸٪ جلوتر از برنامه زمانبندی می‌باشد. لازم به ذکر است از دیگر موارد علل تاخیرات می‌توان به شرایط جوی و عوامل

طراحی و ۱۴/۳٪ در مرحله طرح و برنامه ریزی انجام گردید است. در فرضیه ششم جهت ارزیابی ایده ها روش تحلیل سلسله مراتبی به عنوان مناسب ترین روش تعیین گردید که با بررسی های انجام گرفته و تحلیل پرسشنامه ها، این روش با ۶۶/۲٪ بعنوان کاربردی ترین روش و با انتخاب ۲۶٪ این روش بعنوان روش خیلی خوب و ۶۰٪ بعنوان روش خوب، فرض تایید شده و روش تحلیل سلسله مراتبی به عنوان روشی مناسب برای ارزیابی ایده ها تعیین میگردد.

بر مبنای نتایج حاصله از تحلیل پرسشنامه ها مهمترین و تاثیر گذارترین فاکتور در رسیدن به نتایج مناسب، ترکیب تیم مهندسی ارزش و استفاده از اعضای متعهد و مجرب تعیین گردید. فاکتور تاثیر گذار بعدی استفاده از کارشناسان مجرب خارج از پروژه جهت پر کردن خلاء تخصص های مورد نیاز طرح می باشد. فاکتور های تاثیرگذار دیگر به ترتیب استفاده از تسهیل گر مسلط بر مبانی مهندسی ارزش، انجام مهندسی ارزش در فاز ۲ طراحی، استفاده از رهبر مجرب و دارای توانایی مدیریتی بالا و حضور اعضای مهندسی مشاور در کارگاه مهندسی ارزش تعیین گردید.

بر مبنای بررسی های انجام گرفته در خصوص وجود ضعف در فاز های شش گانه مهندسی ارزش، بالاترین ضعف با ۲۷/۹٪ انتخاب مربوط به فاز اطلاعات و پس از آن تحلیل کارکرد با ۲۰/۶٪ انتخاب تعیین گردید. مرحله توسعه با ۱۹/۱٪، خلاقیت با ۱۱/۸٪، مرحله ارزیابی با ۴/۴٪ و مرحله ارائه با ۲/۹٪ به ترتیب به عنوان سایر فاز های دارای ضعف انتخاب گردیدند.

#### ارائه راهکارها و پیشنهادات:

##### - انتخاب پروژه:

یکی از مهمترین بخش های مطالعات مهندسی ارزش قسمت انتخاب پروژه می باشد. با توجه به معیارهای مطرح شده در فصل دوم می بایست طرح هایی انتخاب گردد که پتانسیل بهبود و ارتقاء در آنها موجود باشد، لذا با توجه به شرایط پروژه های زیربنایی حمل و نقل جاده ای کشور پیشنهاد میگردد در خصوص طرح ها و پروژه های کمتر از ۲۰ میلیارد ریال انجام مطالعات توصیه نمی گردد و اگر پروژه زیر این قیمت باشد انجام مطالعات منوط به بررسی و تایید کمیته مهندسی ارزش که از نفرت خیره مهندسی ارزش در سازمان مربوطه تشکیل گردیده می باشد. با توجه به تکرارپذیر بودن پروژه ها در طول و همچنین تیپ بودن اکثر جزئیات اجرایی در این پروژه ها، انجام مطالعات

حاصله، سابقه کاری ما بین ۵ تا ۱۲ سال (با انتخاب ۶۴٪) به عنوان یکی از الزامات رهبری مورد تأیید قرار گرفت.

بر خلاف نظر اولیه محقق در رابطه با افت کیفیت و کارایی کارگاه مهندسی ارزش طرح های زیر بنایی حمل نقل جاده کشور با حضور نمایندگان اعضای مشاور در تیم مهندسی ارزش، این فرضیه رد گردید و پرسش شوندهاگان حضور نمایندگان مشاور را مفید فایده دانسته و حضور این افراد را در تیم الزامی می دانند. لازم به ذکر است بر اساس تحلیل پرسش های باز نوع الف، مخالفت اعضای مشاور در برابر ایده های ارائه شده به عنوان دومین عامل مشکل کارگاهها انتخاب گردید که این اختلاف به دلیل ماهیت حضور افراد می باشد و با توجه به اطلاعات گرانبه های آنها در خصوص طرح، میتوانند در بهبود نتایج کارگاه تاثیر بسزایی داشته و تاثیر منفی حضور این نمایندگان به دلیل عدم آشنایی با متدولوژی مهندسی ارزش و بعضاً دیدگاه غلط این نمایندگان و در نظر گرفتن مهندسی ارزش به عنوان رقیبی برای مشاور می باشد که در ادامه توضیحات مکفی در خصوص کاهش اثرات منفی و افزایش تاثیرات مثبت این نمایندگان داده شده است.

از دیگر عوامل تاثیر گذار در بهبود کارایی کارگاه مهندسی ارزش استفاده از کارشناسان مجرب خارج از پروژه بر حسب نیاز کارگاه می باشد که به عنوان یکی از فاکتور های تاثیر گذار مطرح می گردد. با توجه به جدید و نو بودن متدولوژی مهندسی ارزش تسلط تسهیل گر به عنوان ضامن حرکت تیم در راستای برنامه کار مهندسی ارزش به عنوان یکی دیگر از فاکتور های تاثیر گذار مشخص گردید. بر مبنای اطلاعات حاصل از تحقیق انجام گرفته در کارگاه های مهندسی ارزش طرح های زیر بنایی حمل و نقل جاده ای کشور، ۶۳٪ از تسهیل گران با مدرک کارشناسی عمران و ۲۱٪ با مدرک کارشناسی ارشد عمران در کارگاه حضور داشته اند که ۳۷٪ این افراد دارای سابقه کار ۳ تا ۴ سال و ۳۲٪ دارای سابقه کار ۵ تا ۷ سال می باشند. لازم به ذکر است با توجه به ماهیت اجتماعی تکنیک مهندسی ارزش، ترکیب اعضای تیم مهندسی ارزش نیز به عنوان فاکتور مهم دیگر در کیفیت نتایج تعیین گردید.

با توجه به مبانی مهندسی ارزش و افزایش کارایی این تکنیک در مراحل اولیه طرح، در پروژه های زیربنایی حمل و نقل جاده ای نیز این امر ثابت گردید و با دیدی جزئی تر بهترین زمان برای انجام مطالعات مهندسی ارزش در پروژه های مذکور، فاز ۲ طراحی تعیین میگردد. لازم به ذکر است ۵۷/۱٪ کارگاه های مهندسی ارزش موضوع تحقیق در فاز اجرا، ۲۸/۶٪ در فاز

رهبر گروه و بعضاً حتی عدم رسیدن به نتیجه بدلیل تعدد عوامل را ناشی می‌شود.

با توجه به تصمیم‌گیری‌های جمعی و تاثیر بسزای ترکیب تیم در کیفیت نتایج حاصله از مطالعات مهندسی ارزش در این قسمت به نکات کلیدی در انتخاب اعضاء تیم و مسائل و مشکلات هر کدام از اعضاء گروه مطالعات مهندسی ارزش اشاره می‌گردد.

در انتخاب اعضاء تیم باید به مسئله چند تخصصی بودن برای ایجاد یک جو محرک و تاثیرگذار در کنار استفاده از کارشناسان و افراد دارای علم و تجربه تاکید شود. با عنایت به سلسله مراتب سازمانی توصیه می‌گردد اعضاء از سطوح برابر انتخاب گردند تا فشارهای کاذب باعث تاثیرات مخرب در نتایج مطالعات نگردد. در مرحله پیش مطالعه توصیه می‌شود برای کارشناسان و نمایندگان کارفرما، پیمانکار، مشاور و کارشناسان مدعو خارج از پروژه که با متدولوژی مهندسی ارزش آشنا نیستند، جلسات توجیهی انجام پذیرد تا در وهله اول کارشناسان با ماهیت مهندسی ارزش و با وظایف خود آشنا شده و همچنین با دادن توضیحات مکفی به نمایندگان ارکان پروژه، آمادگی لازم را در آنها برای شرکت در کارگاه فراهم نمود. لذا توصیه می‌شود بصورت خصوصی رهبر تیم با نمایندگان سه رکن اصلی پروژه دیدار کند و شرایط، خواسته‌ها و مشکلات مختص به هر کدام از ارکان پروژه را به نمایندگان آنها توضیح دهد که در ذیل موارد هر کدام از این نمایندگان و کارشناسان به تفکیک وظایف آنها آورده شده است.

#### - نمایندگان مشاور طرح

یکی از مهمترین مشکلی که در کارگاهها با آن دست به گریبان هستیم، عدم همکاری نمایندگان مشاور طرح می‌باشد. آنها در مقابل تغییرات جبهه گرفته و ایده‌ها و تغییرات را بعنوان انتقاد از طرح خود دانسته و بعنوان مانع بازدارنده‌ای در کارگاه محسوب می‌گردند. در صورتی که با توجه به اطلاعاتی که در اختیار نمایندگان مشاور طرح است و گزینه‌های متفاوتی که در مرحله طراحی توسط مشاور مورد بررسی قرار گرفته، این عوامل می‌توانند بیشترین تاثیر را در کیفیت کارگاه داشته باشند لذا توصیه می‌گردد برای جلوگیری از بروز این شرایط در قرارداد مشاور ذکر گردد که در این طرح تکنیک مهندسی ارزش پیاده خواهد شد این موضوع موجب می‌گردد که اولاً طراح بهترین

ضرورت بیشتری می‌یابد چون با کاهش هزینه و زمان و... این افزایش ارزش در تعداد دفعات تکرار ضرب گردیده و نتایج بهتری حاصل می‌گردد. با توجه به بالا بودن هزینه‌های بهره- برداری و نگهداری این پروژه‌ها حتماً جهت انتخاب، هزینه‌های طول عمر پروژه لحاظ گردد.

#### - زمان انجام مطالعات مهندسی ارزش

یکی دیگر از فاکتورهای تاثیرگذار که می‌تواند نقش بسزایی در روند نتیجه‌گیری ایفا کند، زمان انجام مطالعات می‌باشد، متأسفانه اکثر قریب به اتفاق مطالعات مهندسی ارزش در پروژه- های زیربنایی حمل‌ونقل در فاز اجراء انجام گردیده‌اند که با توجه به محدودیت‌های اعمال نتایج مطالعات در این فاز حتی در صورت رسیدن به نتایج بسیار عالی و گاهاً تحمیل هزینه‌های مضاعف جهت اعمال نتایج حاصله کارآمدی کارگاهها در مرحله اجرا زیر سؤال می‌رود، لذا توصیه می‌شود که در صورت امکان مطالعات مهندسی ارزش مشخصاً در فاز ۲ طراحی صورت پذیرد تا بتوان مسائل و مشکلات طرح اولیه مشاور را به حداقل رسانده و همچنین نتایج حاصله از مطالعات مهندسی ارزش، قابلیت اجرایی بالاتری داشته باشد.

#### - تیم مهندسی ارزش

مسئله اساسی که باید در نظر گرفت، این است که تمام فرآیند مهندسی ارزش مورد برنامه‌ریزی قرار گیرد و هرچه این برنامه دقیق‌تر و با جزئیات بیشتر صورت پذیرد می‌توان به نظم و کیفیت بالای مطالعات بیشتر امیدوار بود. مسئله‌ای که در این مرحله کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد ارائه برنامه زمانبندی با توجه به ماهیت پروژه‌ها می‌باشد. با تعیین وقت دقیق و چهارچوب فعالیت‌ها می‌توان از وقت کارشناسان استفاده بهینه کرد و از اتلاف زمان به میزان فراوانی جلوگیری نمود لذا توصیه می‌گردد برنامه زمانبندی جامعی که تمام مراحل مطالعات را شامل می‌شود تهیه گردد و به تأیید کارفرمای طرح برسد تا کارفرما با اطلاع از برنامه زمانبندی مطالعات، تمهیدات لازم را فراهم نماید.

با توجه به ماهیت مطالعات مهندسی ارزش در پروژه‌های زیربنایی حمل‌ونقل جاده‌ای کشور در خصوص گستردگی و نیاز به تخصص‌های گوناگون در کارگاه توصیه می‌گردد ۱۳ تا ۱۷ نفر به فراخور پروژه جهت شرکت در کارگاه انتخاب گردد. حتماً باید توجه شود که نباید تعداد اعضاء از حد معقول بالاتر برود چون باعث تداخل بیشتر وظایف، خارج شدن کنترل کارگاه از دست

- الزامات اجرایی در مرحله پیش مطالعه مهندسی ارزش در پروژه- های زیربنایی حمل و نقل جاده ای کشور
- الزامات اجرایی در مرحله کارگاه مهندسی ارزش در پروژه های زیربنایی حمل و نقل جاده ای کشور
- بررسی معیارهای کیفیتی از دیدگاه کارفرمایی در کارگاه مهندسی ارزش پروژه های زیربنایی حمل و نقل جاده ای کشور
- بررسی علل عدم اجرای مطالعات مهندسی ارزش در پروژه های زیربنایی حمل و نقل جاده ای کشور علیرغم الزامات قانونی موجود

- ارائه راهکارهایی جهت افزایش مشارکت ارکان پروژه در کارگاههای مهندسی ارزش

مراجع:

- [۱]-امینی، بهنام، کاربرد مهندسی ارزش در مهندسی ترابری، اولین سمینار ملی مهندسی ارزش ۱۳۸۳
  - [۲]- خبرگزاری روزنامه فارس، ۱۳۸۶/۸/۱۳
  - [۳]- روزنامه صنعت حمل و نقل، اردیبهشت ۱۳۸۱
  - [۴]- گزارش نظارتی پروژه های عمرانی - ملی سال های ۱۳۷۴ الی ۱۳۷۹، معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.
  - [۵]- قلی پور، یعقوب، بیرقی، حمید، مبانی مهندسی ارزش، انتشارات ترمه ۱۳۸۳
- [۶]- Jennifer Anne Clark, Value engineering for SMALL TRANSPORTATION PROJECTS, December 1999
- [۷]- نقش طرحهای راهسازی در توسعه استان خراسان، مجموعه مقالات همایش راه، ۱۳۷۹
  - [۸]- جبل عاملی، محمد سعید و میر محمد صادقی، سید علیرضا، روش بکار- گیری مهندسی ارزش، چاپ چهارم، انتشارات فرات، ۱۳۸۳
  - [۹]- جبل عاملی، محمد سعید، قوامی فر، کامران، عبایی، مزدک، جایگاه مهندسی ارزش در مدیریت پروژه - سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، ۱۳۸۳
  - [۱۰]- مهندسین مشاور مهتاب قدس، کتاب مهندسی ارزش در طراحی و اجرا، مهتاب قدس، تهران، نیرو چاپ، ۱۳۷۸
  - [۱۱]- عبائی مزدک، گردش کار مطالعات مهندسی ارزش با رویکرد تمرکز بر فعالیت های پس از برگزاری کارگاه، اولین همایش مهندسی ارزش در حمل و نقل- ۱۳۸۴
  - [۱۲]- امامی، کامران، بروجردی، مصطفی، ۱۳۸۵، گزارش تحلیل تجارب مهندسی ارزش در پروژه های راه و ترابری

[۱۳]- Wilson, David, 2005, value engineering application in transportation, National Cooperative Highway Research Program (NCHRP)

- [۱۴]- معاونت امور فنی - دفتر فنی و تدوین معیارها، فهرست بهای واحد پایه رشته راه، باند فرودگاه و زیرساز راه آهن، راه و ترابری، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی - ۱۳۸۲
- [۱۵]- برک پور، سعید، ۱۳۸۳، شناسایی عوامل تاثیرگذار بر زمان - هزینه اجرای پروژه های راهسازی

طرح ممکن را ارائه کند که در مرحله مطالعات مهندسی ارزش کمترین تغییرات را بر طرح شاهد باشد و ثانیاً نمایندگان مشاور طرح بدلیل الزامات قانونی موجود در مفاد قرارداد ملزم به حضور در تیم مهندسی ارزش شده و با رغبت بیشتری در مباحث شرکت می کنند و در حالت کلی باید به مشاور طرح این حقیقت را که مهندسی ارزش رقیب مشاور نیست را قبولاند.

### - نمایندگان کارفرما

این نمایندگان بعضاً بدلیل آگاهی کم آنها از مبانی مهندسی ارزش موجب طولانی شدن زمان کارگاه و اتلاف وقت می گردند لذا توصیه می گردد دانستن کلیتی از مبانی مهندسی ارزش می تواند راهگشای این موضوع باشد. البته لازم به ذکر است تمامی اعضای کارگاه مهندسی ارزش می بایست آشنایی نسبی با مبانی مهندسی ارزش داشته باشند و این موضوع باعث می گردد که از وقت ارزشمند اعضا برای حل مسئله و ارائه راه حل استفاده گردد و اتلاف زمان به حداقل برسد.

### - نمایندگان پیمانکار

نمایندگان پیمانکار نیز خصوصاً وقتی کارگاه در فاز اجر برگزار می شود بدلیل لحاظ کردن پاره ای از مسائل فنی در مطالعات مهندسی ارزش، عدم آشنایی و بعضاً لحاظ کردن مشکلات پیمانکاری در رابطه با تکنولوژی های جدید و در نظر گرفتن صلاح پیمانکار از دیدگاه ریالی قضیه بعضاً با برخی ایده ها مخالفت می کنند که توصیه می گردد رهبر تیم با برخوردهای بجا جلوی اینگونه موارد را در کارگاه گرفته و گروه را با مدیریت مناسب سازمان دهی کند که البته تسهیل گر تیم نیز می تواند با اشراف نسبت به مبانی مهندسی ارزش و تجربیاتی که از کارگاههای دیگر بدست آورده، گروه را در مواجهه با این مشکلات یاری نماید.

### پیشنهاد تحقیقات آتی

به منظور بررسی جزئیات بیشتر مهندسی ارزش در پروژه های زیربنایی حمل و نقل جاده ای کشور جهت افزایش کیفیت و کارایی و همچنین کاهش تصادفات جاده ای توصیه می گردد مراحل سه گانه این تکنیک و فازهای مختلف مهندسی ارزش با توجه به ماهیت این پروژه ها مورد بررسی دقیق تر قرار گیرد. تعدادی از موضوعات پیشنهادی به قرار زیر می باشد:



[۱۶]- هومن، حیدرعلی، استنباط آماری در پژوهش رفتاری، ۱۳۸۵، نشر مطالعه  
و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه ها

Archive of SID