



## موانع بکارگیری تکنیک مهندسی ارزش در مراحل مختلف پروژه‌های حمل و نقلی

محمد پوررضا<sup>۱</sup> - محمد حسین نیکوکردار<sup>۲</sup> - حسین محمدی‌جو<sup>۳</sup>

۱. عضو هیئت علمی پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و ترابری Mohammad\_pourreza@yahoo.com

۲. کارشناس گروه مهندسی ارزش شرکت مترا

۳. کارشناس ارشد گروه مهندسی ارزش شرکت مترا

### چکیده

حمل و نقل به‌عنوان زیربنای توسعه پایدار، بخش عمده‌ای از بودجه‌های عمرانی کشور را به خود اختصاص می‌دهد. علاوه بر بودجه‌های مربوط به ساخت و توسعه شبکه حمل و نقل، سالانه هزینه‌های هنگفتی در این بخش جهت بهره‌برداری، نگهداری، بهسازی، اسقاط و یا تغییر کاربری پروژه‌ها صرف می‌گردد لذا ضرورت صرفه‌جویی مالی و بالابردن ارزش حاصل از انجام فعالیت‌های مربوطه و ایجاد شتاب در روند توسعه این بخش بسیار ضروری است.

صنعت حمل و نقل همواره با بهره‌گیری از تکنیک‌ها و فناوری‌های نوین در جهت افزایش دانش و کاهش هزینه‌ها با حفظ کارکردهای مورد انتظار گام برداشته و با تلفیق دو عامل سرمایه و دانش به روند رشد خود شتاب بخشیده است. در سال‌های اخیر تکنیک مهندسی ارزش به‌عنوان یکی از مهمترین این تکنیک‌ها، مطرح بوده است.

بکارگیری مهندسی ارزش در این صنعت همواره با موانع مختلفی روبرو می‌باشد که می‌توان این موانع را به دو بخش متدولوژیک (علمی) و اجرایی طبقه‌بندی نمود. در این مطالعه موانع مرتبط به بخش علمی و همچنین موانع مربوط به بخش اجرایی استخراج گردیده و به اولویت‌بندی آنها در هر یک از مراحل پروژه حمل و نقلی (تعریف مفهومی، توجیه فنی و اقتصادی، فاز اول مطالعات، فاز دوم مطالعات، انجام مناقصه، اجرا، بهره‌برداری، اصلاح یا تغییر اساسی و اسقاط) پرداخته شده است. از سوی دیگر تلاش شده تا دلایل عمده انجام مهندسی ارزش و میزان اثربخشی آن از جنبه‌های اثربخشی تئوری و عملی در مراحل مختلف پروژه مورد بررسی قرار گیرد.

نهایتاً با توجه به اثر بخشی تئوریک و عملی مهندسی ارزش در هر مرحله و از سوی دیگر با توجه به میزان تأثیر منفی هر یک از موانع در مراحل فوق‌الذکر، جمع‌بندی نهایی در خصوص اولویت‌بندی مشکلات مهندسی ارزش در هر یک از مراحل مختلف پروژه حمل و نقلی انجام شده است.

کلمات کلیدی: مهندسی ارزش، پروژه‌های حمل و نقلی، پیاده‌سازی، راهکارها



## ۱. مقدمه

بکارگیری هر تکنیک و فناوری در تجارب اول همواره با چالش‌ها و موانع مختلفی روبرو است. استفاده از تکنیک مهندسی ارزش در صنعت حمل و نقل نیز از این امر مستثنی نمی‌باشد. مهندسی ارزش بعنوان تکنیکی که به کمک سه عنصر اساسی برخورد سیستماتیک، خلاقیت و کارگروهی، سعی در بالا بردن ارزش پروژه‌ها دارد، توانسته است تا با ارایه تجارب بسیار ارزنده در بخش حمل و نقل کشورهای پیشرو، نظر متخصصان بخش حمل و نقل را در ایران به خود جلب نماید.

گسترش و توسعه بکارگیری مهندسی ارزش در بخش حمل و نقل ایران با آغاز طرح بزرگ ماورا در وزارت راه و ترابری، شتاب یافت و فعالیت‌های کادرسازی، فرهنگ‌سازی و بسترسازی این طرح توانست زمینه‌های لازم جهت بکارگیری این تکنیک در پروژه‌های واقعی را بوجود آورد. از سوی دیگر با آغاز پروژه فراشهر در شهرداری تهران باید منتظر گسترش مهندسی ارزش در بخش حمل و نقل درون شهری نیز بود و البته باید به این نکته اشاره نمود که تاکنون شرکت‌های قطار شهری همانند قطار شهری مشهد مشهد، کرج و تهران نیز با انجام مطالعاتی واقعی، گامی مؤثر و جدی را در بکارگیری مهندسی ارزش در بخش حمل و نقل شهری برداشته‌اند.

گذر از فاز آموزش و بسترسازی و بکارگیری مهندسی ارزش در پروژه‌های واقعی منجر به نمایان شدن مشکلات و موانع پیش رو استفاده از این روش شده است. شناسایی دقیق این موانع و در نظرگیری راهکارهایی جهت از پیش رو برداشتن این موانع، بعنوان یکی از ضروری‌ترین نکاتی است که جهت حفظ روند رو به رشد مهندسی ارزش، باید بدان توجه داشت.

در این مطالعه سعی گردیده تا با نگاهی کلی به روند بکارگیری مهندسی ارزش در بخش حمل و نقل کشورهای پیشرفته و روند رو به گسترش آن در ایران به بررسی موانع بکارگیری آن در مراحل مختلف یک پروژه حمل و نقلی پرداخته شود و براساس موانع شناسایی شده، راهکارهایی جهت رفع این موانع ارایه شود.

## ۲. دلایل بکارگیری مهندسی ارزش در حمل و نقل

در بکارگیری مهندسی ارزش در پروژه‌های واقعی، مهمترین سوال، دلایل استفاده از این تکنیک می‌باشد. براساس نظرسنجی‌های صورت گرفته ۸ دلیل اصلی برای انجام مهندسی ارزش در پروژه‌های حمل و نقلی شناسایی شده است که به ترتیب اهمیت عبارتند از:

۱- هزینه بالای پروژه‌ها

۲- مدت‌زمان بالای اجرا

۳- سختی اجرا

۴- مشکلات ایمنی و امنیتی

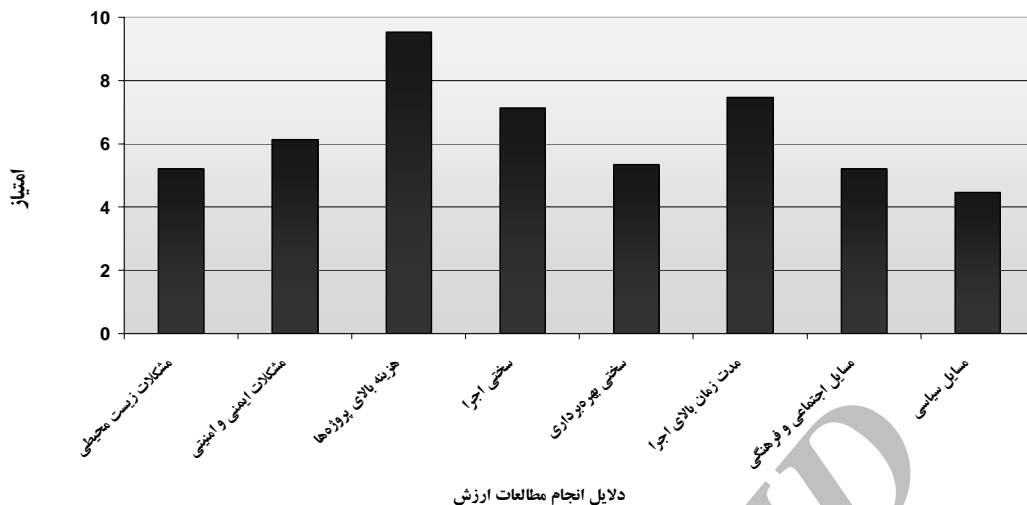
۵- مشکلات زیست محیطی

۶- سختی بهره‌برداری

۷- مسایل اجتماعی و فرهنگی

۸- مسایل سیاسی

میزان اهمیت نسبی این دلایل در نمودار میله‌ای شکل (۱) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود مهمترین دلایل انجام مطالعات مهندسی ارزش هزینه‌های بالای پروژه‌ها و مسایل اجرایی مرتبط می‌باشد و دلایل خاص همانند محیط زیست، مسایل اجتماعی و موارد مشابه این تحلیل بیانگر این است بخش حمل و نقل با توجه به حجم بالایی از پروژه‌های پرهزینه و به لحاظ اجرایی بزرگ، نیازمند گسترش و توسعه بکارگیری جدی مهندسی ارزش است. به عبارت دیگر دلایل شناسایی شده در شکل زیر بسیاری از پروژه‌های حمل و نقلی را تحت پوشش قرار می‌دهد.



شکل ۱: دلایل انجام مطالعات مهندسی ارزش در پروژه‌های حمل و نقلی

### ۳-۲. موانع بکارگیری مهندسی ارزش در پروژه‌های حمل و نقلی

بر اساس بررسی‌های صورت گرفته در خصوص روند بکارگیری تکنیک مهندسی ارزش در بخش حمل و نقل کشور، سه گام اصلی را می‌توان در این رابطه متصور شد. مرحله اول مربوط به فعالیت‌های مقدماتی است که بیشتر در بخش‌های پژوهشی و تحقیقاتی صورت گرفته، مرحله دوم معمولاً در قالب پروژه‌های بزرگی تعریف می‌شوند که در یک سوی آن دستگاه‌های کارفرمایی با کمک مراکز پژوهشی و تحقیقاتی و مشاورین بیرونی هدایت کار را بر عهده دارند و در سوی دیگر آن مخاطبین زیادی در بخش‌های کارفرمایی، مشاوره‌ای و پیمانکاری قرار دارند. نمونه‌های مرحله دوم را می‌توان پروژه ماورا در وزارت راه و ترابری و پروژه فراشهر در حوزه شهرداری تهران دانست و مرحله سوم پرداختن به پروژه‌های واقعی مهندسی ارزش می‌باشد که معمولاً زیربخش‌های اجرایی با استفاده از مشاورین خصوصی سعی در پیاده نمودن این تکنیک در حوزه‌های تخصصی و در قالب پروژه‌هایی مشخص دارند. چالش‌هایی که در این مطالعه بدان پرداخته می‌شود بیشتر مربوط به مرحله سوم است.

### ۳-۱. موانع علمی و اجرایی

برای شناسایی موانع بکارگیری مهندسی ارزش در پروژه‌های حمل و نقلی، ابتدا سعی گردید تا مشکلات مربوطه در دو دسته اصلی تقسیم‌بندی شود. دسته اول مربوط به مشکلات علمی و متدولوژیک می‌باشد. این دسته مشکلات نشان‌دهنده عدم تسلط دست‌اندرکاران یک مطالعه ارزش به پایه‌های علمی این تکنیک و عدم وجود تجربه کافی در این زمینه می‌باشد و مواردی همچون نبود یک دستورالعمل خاص بخش حمل و نقل، عدم وجود اطلاعات مورد نیاز و مواردی که مربوط به انجام فازهای مختلف مهندسی ارزش است را شامل می‌شود. براساس فرم‌های نظرسنجی، این مشکلات به ترتیب اولویت به شرح ذیل می‌باشند:

- ۱- عدم تشکیل مدل هزینه
- ۲- عدم انجام مناسب فاز تحلیل کارکرد
- ۳- عدم وجود طرح مبنای مشخص و اطلاعات پایه مورد نیاز
- ۴- نبود راهنما و دستورالعمل مهندسی ارزش خاص
- ۵- عدم تسلط راهبر و تسهیلگر مطالعه به متدولوژی مهندسی ارزش
- ۶- عدم انجام مناسب فاز توسعه
- ۷- عدم آگاهی افراد تیم مطالعه نسبت به متدولوژی مهندسی ارزش

جمع‌بندی نتایج نشان‌دهنده ضعف در انجام فاز تحلیل کارکرد بوده و عدم وجود طرح مبنا و اطلاعات پایه مورد نیاز به عنوان ضعف مهم دیگر در مباحث علمی می‌باشد. عدم وجود اطلاعات، به معنای پایه‌های علمی ضعیف و یا



عدم مستندسازی اطلاعات طرح پایه است و مربوط به عدم در اختیار گذاشتن اطلاعات نمی‌گردد (این عامل در مشکلات اجرایی مورد بررسی قرار می‌گیرد).

بنابراین می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که مشکلات اساسی در زمینه علمی بیشتر متوجه فاز اطلاعات و تحلیل کارکرد می‌باشد. البته مبرهن است که در صورت عدم موفقیت مطالعه در این دو فاز، فازهای دیگر نیز با مشکل مواجه خواهد شد.

در بخش مشکلات اجرایی، نظرسنجی‌ها حاکی از وجود ۶ مانع اصلی بود که به ترتیب عبارتند از:

- ۱- عدم همکاری بهره‌بردار
- ۲- عدم همکاری کارفرما
- ۳- عدم همکاری پیمانکار
- ۴- مشکلات قراردادی جهت پیاده‌سازی ایده‌ها
- ۵- عدم همکاری مشاورین پروژه
- ۶- عدم دسترسی به اطلاعات

نتایج بیانگر عدم حضور و همکاری مناسب بهره‌بردار نهایی پروژه می‌باشد که این امر می‌تواند به نتایج مطالعات و شاخص‌های ارزش حاصله خدشه وارد نماید. از سوی دیگر همکاری مشاورین در سطح نسبتاً بهتری نسبت به کارفرمایان و پیمانکاران می‌باشد و این فرصت مناسبی در جهت انجام مطالعات مهندسی ارزش در فازهای طراحی که تنها مشاور طرح حضور دارد، ایجاد می‌کند و تهدیدی در جهت انجام مهندسی ارزش در فازهای اجرایی و بهره‌برداری می‌باشد.

### ۳-۲. اولویت‌بندی موانع در مراحل مختلف پروژه

براساس مطالب بیان شده و مشکلات شناسایی شده می‌توان به بررسی میزان موانع در مراحل مختلف یک پروژه حمل و نقلی پرداخت. مراحل یک پروژه حمل و نقلی را بصورت عام می‌توان ۹ مورد دانست که عبارتند از:

#### ۱- تعریف مفهومی

در این مرحله که معمولاً در سیستم کارفرمایی و بدون بهره‌گیری از مشاور بیرونی انجام می‌گیرد، تفکر و ایده اولیه احداث یک کریدور و یا تغییر کاربری در یک پروژه و غیره ایجاد می‌شود و غالب گزارشات تهیه شده در این زمینه کلی و محدود است که گاهی حتی مستندسازی نیز نمی‌شود. این گزارشات حتی گاهی به یک نامه که در درون سازمان جابجا می‌شود، خلاصه می‌گردد.

#### ۲- توجیه فنی و اقتصادی

در این بخش تمرکز بیشتر بر روی ارزیابی فنی و اقتصادی پروژه بدون پرداختن زیاد به جزئیات فنی است. نقشه‌های با مقیاس بزرگ، تخمین هزینه‌ها بصورت کلی، برآورد تقریبی درآمدها و هزینه‌ها و سایر موارد از مشخصات اصلی این فاز است. در این فاز انتخاب مسیر صورت می‌گیرد و انتخاب واریانتی که باید در فاز یک بررسی شود، انجام می‌شود.

#### ۳- فاز اول مطالعات و طراحی

در این فاز با نقشه‌های دقیق‌تر، فعالیت انتخاب مسیر صورت گرفته و تخمین هزینه و درآمدها تدقیق می‌شود. البته هنوز فرصت و پتانسیل تغییر کریدور و انتخاب واریانت جدید وجود دارد و در صورت رخ دادن این امر، محاسبات برای واریانت جدید نیز انجام می‌گیرد و به کارفرما اجازه انتخاب یک واریانت را در انتهای مطالعات می‌دهد.

#### ۴- فاز دوم مطالعات و طراحی

فعالیت‌های این فاز در بخشی از پروژه‌های حمل و نقلی به همراه فاز یک مطالعات انجام می‌گیرد و در برخی دیگر بصورت مجزا و براساس واریانت تعیین شده در فاز یک، بررسی دقیق‌تر و طراحی نهایی ابنیه فنی، قوس‌ها و سایر



جزئیات مربوطه انجام می‌شود تا پس از تأیید، امکان تعیین دقیق مدل هزینه، زمانبندی اجرا و آنالیزهای کامل، منفعت به هزینه امکانپذیر باشد.

#### ۵- انجام مناقصه

فعالیت واگذاری پروژه به پیمانکار به دلیل زمان‌بر شدن و تاثیر نوع قرارداد بر روند انجام پروژه خود بعنوان یک مرحله از یک پروژه مورد بررسی قرار گرفته است. برخی از کارفرمایان فعالیت انجام مناقصه را در فاز دو شرح خدمات قرار می‌دهند و برخی دیگر با استفاده از مشاور مجزا و یا با ایجاد تیمی داخلی پروسه برگزاری مناقصه و واگذاری پروژه به بخش اجرایی را دنبال می‌نمایند.

#### ۶- اجرا

در این مرحله ساخت پروژه توسط پیمانکار صورت می‌گیرد و برحسب نوع قرارداد بصورت تک عاملی، دو عاملی، سه عاملی و یا چهارعاملی انجام می‌شود. البته در حال حاضر روش‌های امانی (یا تک عاملی) و دو عاملی در پروژه‌های بزرگ منسوخ شده است و بیشتر از روش‌های سه یا چهار عاملی استفاده می‌گردد.

#### ۷- بهره‌برداری

در این فاز پروژه از بخش ساخت به بهره‌بردار نهایی تحویل می‌گردد که معمولاً بهره‌بردار نیز دستگاهی دولتی خواهد بود. مباحثی همچون برنامه‌ریزی، مدیریت، نظارت و کنترل و تعمیر و نگهداری‌های موقت بر عهده بهره‌بردار پروژه می‌باشد. بهره‌برداری هم به لحاظ هزینه‌ای و هم به لحاظ درآمدی نیازمند توجه خاصی است.

#### ۸- اصلاح یا تغییر اساسی

این فاز مربوط به پروژه‌هایی است که بنابر دلایلی نیازمند تغییرات اساسی باشند که این تغییرات شامل تغییر کاربری، توسعه و یا تعمیرات اساسی است. بطور مثال با ساخت آزادراهی جدید ممکن است راه قبلی تنها برای عبور وسایل نقلیه سنگین اختصاص یابد و یا دو خطه کردن مسیرهای ریلی موجود و یا تعمیراتی که با هزینه بالا و در قالب قراردادهایی بزرگ انجام می‌شود.

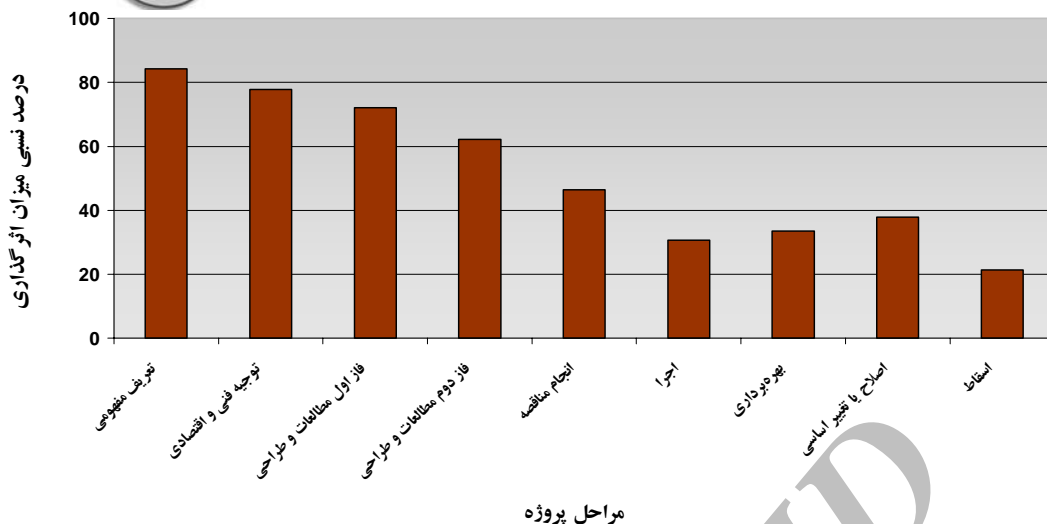
#### ۹- اسقاط

اسقاط بطور معمول کمتر در پروژه‌های حمل و نقلی صورت می‌گیرد و البته در صورت بروز چنین موردی نیز توجهات کافی معطوف پروژه نمی‌شود. بطور مثال تبدیل دو بلاک به یک بلاک و اسقاط ایستگاه میانی در شبکه حمل و نقل ریلی، پروژه‌ای است که معمولاً با بی‌توجهی و ایجاد اثرات سوء در زمینه ایمنی و محیط زیست و سایر مسایل اجتماعی و فرهنگی همراه است.

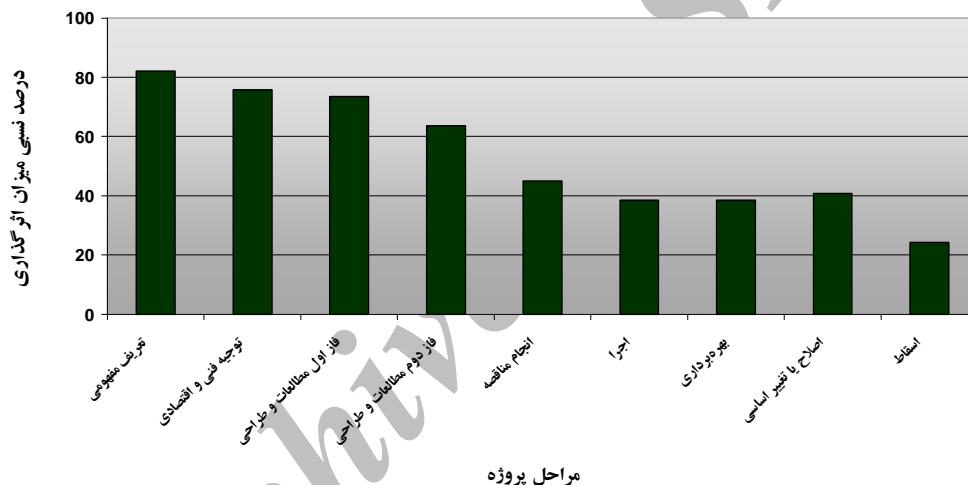
در نظرسنجی‌های انجام گرفته میزان تاثیرگذاری مهندسی ارزش بصورت تئوریک و بصورت اجرایی در مراحل مختلف پروژه‌ها بررسی شد. نتایج نشان دهنده این بود که در مراحل اولیه، پروژه‌ها به لحاظ تئوریک پتانسیل بیشتری برای انجام مطالعات مهندسی ارزش دارند، این روند برای امکان اجرایی نمودن ایده‌های مهندسی ارزش نیز حاصل شد و تنها تفاوت این دو روند این مسئله بود که امکان صرفه‌جویی و رسیدن به شاخص ارزش بالاتر به لحاظ تئوریک در مرحله بهره‌برداری بیشتر از مرحله اجرا است و به لحاظ پیاده‌سازی واقعی ایده‌ها در مرحله اجرا پتانسیل نسبتاً برابری با مرحله بهره‌برداری وجود دارد.

به عبارتی دیگر اگر چه امکان دستیابی به ایده‌هایی با صرفه‌جویی بیشتر در فاز بهره‌برداری بیشتر از فاز اجرا است اما امکان پیاده‌سازی این امر در فاز اجرا و دستیابی به صرفه‌جویی واقعی در این فاز بیشتر است.

بررسی روند میزان اثرگذاری نشان‌دهنده اثرگذاری بیشتر مهندسی ارزش در مرحله اصلاح نسبت به مراحل اجرا، بهره‌برداری و اسقاط چه به لحاظ تئوری و چه به لحاظ اجرایی است. این امر بیانگر تأثیر بالای مهندسی ارزش در روند تغییرات نسبت به زمان بهره‌برداری و حتی اجراست که جای تعمق بسیاری دارد.



شکل ۲: میزان اثرگذاری بکارگیری مهندسی ارزش با توجه به نتایج تئوریک حاصل



شکل ۳: میزان اثرگذاری بکارگیری مهندسی ارزش با توجه به میزان تغییرات واقعی ایجاد شده در پروژه

### ۳-۳. میزان اثرگذاری مشکلات علمی و اجرایی در مراحل مختلف پروژه

شناسایی میزان تأثیرگذاری مشکلات علمی و اجرایی با انجام نظرسنجی انجام شد و نتایج آن مطابق با نمودار میله‌ای شکل (۴) است. نتایج حاصل از این نمودار نشان‌دهنده تأثیر بیشتر مشکلات اجرایی نسبت به مشکلات علمی در تمام مراحل مختلف پروژه به غیر از تعریف مفهومی است.

در ۸ فاز دیگر به ترتیب اولویت زیر میزان تأثیرات مشکلات علمی بیشتر از مشکلات اجرایی شناسایی گردید:

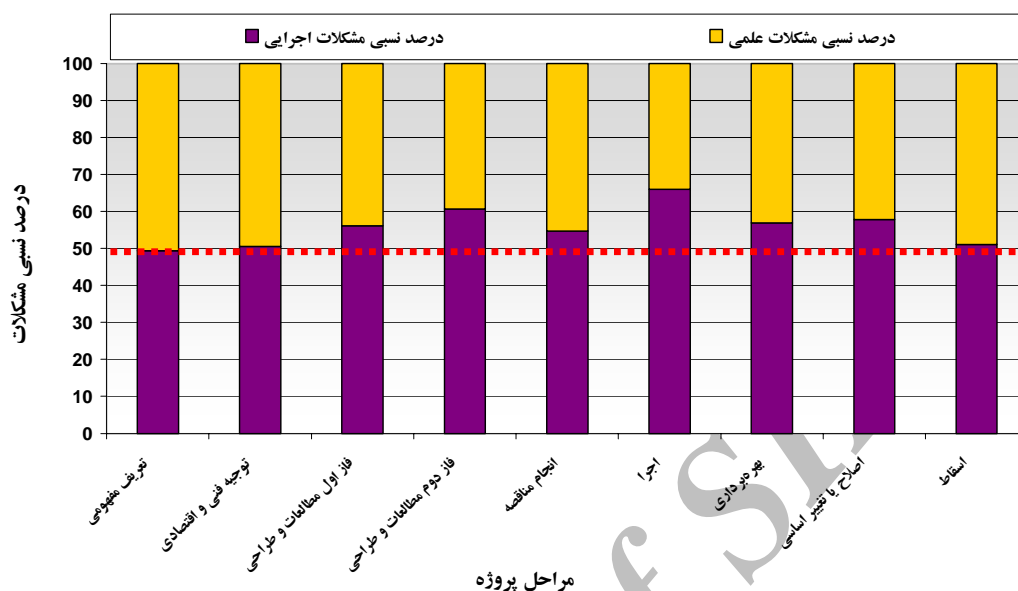
۱- توجه فنی و اقتصادی

۲- اسقاط

۳- انجام مناقصه

۴- فاز اول مطالعات

۵- بهره‌برداری



شکل ۴: تأثیر نسبی مشکلات علمی و اجرایی حاصل از بکارگیری مهندسی ارزش در مراحل مختلف

با توجه به این که موانع علمی بیشتر در حوزه مهندسی ارزش بوده و نیازمند فعالیت‌های آموزشی است و مشکلات اجرایی مربوط به حوزه‌های کارفرمایی بوده و حذف آن نیازمند قانونگذاری و نظارت و کنترل دقیق می‌باشد، می‌توان توصیه نمود که مناسب است تا ضمن تلاش در رفع مشکلات سعی نمود مطالعه مهندسی ارزش را در مرحله‌ای انجام داد که مشکلات اجرایی تأثیر کمتری نسبت به مشکلات علمی دانستند باشند و تعریف مفهومی بهترین زمان انجام مطالعه‌ای با موانع کمتر است.

#### ۴. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد که هزینه بالای پروژه‌های حمل و نقلی یکی از دلایل عمده انجام مطالعات مهندسی ارزش در این حوزه بوده و با توجه به بزرگی پروژه‌های حمل و نقلی، بسیاری از پروژه‌های صنعت حمل و نقل نیازمند مطالعه ارزش می‌باشند.

شناسایی موانع بکارگیری مهندسی ارزش در پروژه‌های حمل و نقلی، بیانگر این بود که عدم تشکیل مدل هزینه، عدم انجام مناسب فاز تحلیل کارکرد و عدم وجود طرح مبنا جزو مهمترین مشکلات علمی و عدم همکاری بهره‌بردار، کارفرما و پیمانکار به ترتیب جزو مهمترین مشکلات اجرایی می‌باشند.

همچنین نتایج نشان دهنده تأثیر بیشتر مشکلات اجرایی نسبت به مشکلات علمی در تمام مراحل پروژه غیر از مرحله تعریف مفهومی، است. میزان تأثیر موانع اجرایی نسبت به موانع علمی در مرحله اجرا چشمگیر است و در فاز دوم مطالعات نیز نسبت به مطالعات فاز یک و توجه فنی و اقتصادی دارای تأثیر بیشتری است.



سومین کنفرانس ملی مهندسی ارزش

۱۳۸۷ آذرماه

۵. مراجع

۱. یعقوب قلی‌پور، حمید بیرقی، مبانی مهندسی ارزش، تاریخ انتشار: ۱۳۸۳/۱۰/۸، انتشارات: ترمه
۲. صدری، سیده ناهید، مهندسی ارزش و مدیریت ارزش، کتاب مقالات دومین کنفرانس ملی مهندسی ارزش ایران، ۱۳۸۴.
۳. محمود کریمی، بهبود بی تردید، نوبت چاپ: دوم ۱۳۸۷، ناشر: رسا.

Archive of SID