



مطالعات ارزش در پروژه‌های «طرح و اجرا»

کامران امامی، مجید کیانی

مهندسان مشاور کُریت کارآ- مؤسسه مهندسی مشاور ایمن‌سازان

Tur12@imenconsulting.com-emami@kuritkara.com

چکیده

در دهه‌های اخیر بسیاری از دولت‌ها و کارفرمایان، تبیین سناریو برنده - برنده را به‌عنوان یک راهبرد محوری و کلیدی در فازهای مختلف مدیریت پروژه (برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری) با موفقیت چشمگیر به‌کار گرفته‌اند. مشارکت و تأثیرگذاری بیشتر پیمانکاران و بهره‌برداران و حتی ذی‌نفعان مستقیم و غیرمستقیم موجب ارتقاء خلاقیت و هم‌افزایی عوامل درگیر گردیده است. در همین راستا روش «طرح و اجرا» در بسیاری از پروژه‌های بزرگ کشور به‌کار گرفته شده است. این مقاله به راهکارها و چالش‌های کاربرد متدولوژی ارزش در پروژه‌های طرح و ساخت می‌پردازد. در کل ۷ نوع مطالعه‌ی ارزش در پروژه‌های طرح و ساخت می‌تواند انجام گیرد. انجام مطالعات برنامه‌ریزی ارزش در فاز امکان‌سنجی و مهندسی ارزش قبل از برگزاری مناقصه در پروژه‌های بزرگ طرح و ساخت الزامی است و منافع آن عاید کارفرما خواهد شد. با توجه به اهمیت اسناد مناقصه در پروژه‌های «طرح و اجرا»، مدیریت ارزش این اسناد قبل از مناقصه می‌تواند دستاوردهای بزرگی را در جهت عقد یک قرارداد منصفانه و تسریع اجرای بدست دهد. منافع مطالعه‌ای که پس از مناقصه در مورد الزامات کارفرمایی انجام می‌شود، بین کارفرما و پیمانکار تقسیم می‌شود. در طول اجرا نیز پیمانکار می‌تواند مطالعات داخلی ارزش را انجام دهد. بدیهی است که تمامی منافع این مطالعات به پیمانکار تعلق خواهد گرفت. در سال‌های اخیر مطالعات پیوسته‌ی ارزش نیز در طرح‌های بزرگ به‌کار گرفته شده است. مطالعه‌ی موردی این مقاله، مهندسی ارزش خط یک قطار شهری اهواز است.

کلمات کلیدی: طرح و اجرا - مهندسی ارزش - قطار شهری - برنامه‌ریزی ارزش - سناریو همه‌برنده - مناقصه



در سالهای میانی دهه ۸۰ و دهه ۹۰ میلادی روش دوعاملی با عنوان طرح و ساخت توأم ظهور پیدا کرد که مطابق با نظر کارشناسان، بهترین راه حل برای انجام برخی پروژه‌ها محسوب می‌شوند. پروژه‌های دوعاملی از دو عامل کارفرما و پیمانکار تشکیل شده‌اند که پیمانکار کار طراحی تفصیلی و اجرا را یکجا انجام می‌دهد، این نوع پیمانها از ویژگی‌های خاصی، از قبیل سرعت انجام پروژه، ورود علم تجربه و اجرا در بخش طراحی پروژه، صرفه‌جویی در هزینه‌های پروژه و به طور کلی قطعیت در زمان و هزینه برخوردار هستند. با توجه به نیاز کشور به سازندگی، لازم است که اغلب کارفرمایان، پروژه‌ها را به صورت دوعاملی جهت طراحی و اجرا واگذار نمایند. رشد و توسعه‌ی بهره‌برداری از منابع عظیم انرژی در کشور موجب تعریف، تصویب و تخصیص منابع مالی و اجرایی پروژه‌های بزرگ عمرانی در سطح کشور می‌شود. با توجه به عوامل بیان شده، استفاده از روش‌های کارآمد در طرح و اجرای پروژه‌ها ضمن صرفه‌جویی اقتصادی، روند سازندگی در کشور را تسریع می‌نماید. مطالعات و تجربیات نشان می‌دهد که انتخاب مناسب‌ترین روش اجرای پروژه موجب کاهش هزینه‌های پروژه و مدت زمان اجرای آن می‌شود [۳]، [۴].

یکی از محاسنی که برای روش طراحی و ساخت توأم ذکر گردیده است، تقلیل عوامل دست‌اندرکار طرح و به تبع آن کاهش مکاتبات و مسائل اداری است. و علاوه بر آن در بعضی از مراجع، بطور مثال در یکی از مقاله‌های تحقیقاتی مشاوران بین‌المللی فیدیک^۱، از جمله علل برگزیدن روش طرح و ساخت را ضعف بعضی از دستگاه‌های اجرایی از نظر توانایی‌های مهندسی و فنی لازم در اجرای طرحها ذکر نموده است. مطلب حائز اهمیت این است که کارفرما باید قادر باشد به‌موقع در مورد مسائل کلیدی که پیش می‌آید اتخاذ تصمیم نماید. این مسائل می‌تواند دارای جنبه مالی، حقوقی، برنامه‌ای، طراحی و اجرایی باشد. یکی از مهمترین وظایف دستگاه اجرایی برای برخورداری از محاسن روش طراحی و ساخت توأم، تأمین به‌موقع اعتبارات و نقدینگی مورد نیاز طرح است. دستگاه اجرایی باید آگاه باشد که این موضوع یکی از مهمترین الزامات انتخاب این روش است. دستگاه اجرایی باید توانایی تأمین به‌موقع اعتبارات و نقدینگی مورد نیاز طرح را داشته و سپس با داشتن افرادی محدود ولی از نظر تخصصی و تجربی توانمند، قادر باشد در مورد مسائل کلیدی با در نظر داشتن مسائل حقوقی به سرعت تصمیم بگیرد. با عنایت به این نکات و با در نظر داشتن سرعت اجرایی این پروژه‌ها، تطبیق زمان‌بندی تصمیم‌گیری‌های کارفرما با برنامه زمان‌بندی طرح الزامی است [۴].

پروژه‌های «طرح و اجرا»

برای اجرای پروژه‌ها بصورت قراردادهای دوعاملی مثل طرح و ساخت و یا طراحی، تأمین و اجرا^۲، شرایطی نیاز است که در صورت برقراری این شرایط می‌توان قرارداد اجرای آن پروژه را به‌صورت دوعاملی تنظیم نمود. برای پرهیز از مشکلات ضمن کار، بهتر است کارفرما و حتی پیمانکاران به این مبانی آشنایی داشته باشند و توجه لازم را به این موارد مبذول نمایند و در صورت عدم برقراری بعضی از این موارد بهتر است ابتدا در جهت رفع مشکل موجود و برقراری شرایط لازم اقدام کنند و در صورت برقراری آن به پیمان دوعاملی مبادرت ورزند [۴]. از ویژگی‌های اصلی که برای روش طراحی و ساخت توأم ذکر نموده‌اند، همکاری، هماهنگی و تلفیق بهینه سه فعالیت طراحی، تدارکات و اجرا می‌باشد که این سه عامل بصورت بهم پیوسته در ارتباط با یکدیگر عمل می‌کنند. در این مجموعه بخش طراحی نقش عامل واسطه بین دو عامل دیگر و درعین حال عامل متفکر و خط دهنده را ایفا می‌کند. تدارکات رابط میان بخش طراحی و صنعت، عامل اجرا نقش رابط بین طراحی و تجربه، فن‌آوری و توانایی‌های ساخت می‌باشد. فرایندهای طراحی، تدارکات و اجرا به همراه هم حرکت می‌کنند، لذا پروژه دارای قابلیت اجرایی بیشتر و انطباق بیشتر با زمان‌بندی و کیفیت بالاتر بوده و در نهایت به‌طور نسبی، با هزینه کمتر انجام می‌شود.

¹ FIDIC

² EPC



روشهای دوعاملی دارای ویژگیها و خصوصیات ویژه‌ای هستند که کارفرمایان را به استفاده از این روش‌ها ترغیب می‌کنند:

- انتقال ریسک از کارفرما به پیمانکار
- سرعت در انجام پروژه
- عدم نیاز به کارکنان فنی و تشکیلات نیروی انسانی گسترده در سازمان کارفرما، این روش با هدف تقلیل نیروی انسانی دستگاههای اجرایی همسو است.
- بدلیل قطعیت داشتن هزینه تمام شده و زمان تکمیل پروژه و کاهش ریسک هزینه‌های اضافی، سرمایه‌گذاران تمایل دارند که در چنین پروژه‌هایی سرمایه‌گذاری نمایند، لذا سرمایه‌گذاری در پروژه‌های دوعاملی بیشتر مورد تمایل سرمایه‌گذاران به‌ویژه سرمایه‌گذاران خارجی است.
- به‌دلیل کاهش عمده در نظارت کارفرما لذا به کارکنان فنی و کادر مورد نیاز برای امر نظارت، نیازی نیست.
- کارفرما به لحاظ قراردادی و قانونی فقط با یک پیمانکار مواجه است که همه مسئولیتها و ریسکها را به‌عهده گرفته است.
- واگذاری پروژه‌های عمرانی به روش طرح و ساخت به پیمانکاران مجرب، در صورت انجام مراحل مطالعات فاز اول طراحی به طور کامل، ضمن کاهش مدت زمان انجام پروژه در مقایسه با شیوه مثنی، حتی می‌تواند موجب کاهش هزینه‌های تمام شده مبلغ اولیه قرارداد شود.
- کشورهای جهان بعد از دهه ۱۹۸۰ تجربیات موفق را در پروژه‌های با پیمان دوعاملی داشته‌اند.

منافع پروژه‌های «طرح و اجرا»

در روش اجرای متعارف، مهندس مشاور پس از انجام طراحی تفصیلی، اسناد مناقصه را آماده نموده و پیمانکاران تنها برای اجرای طرح، براساس طراحی تفصیلی یاد شده، مشخصات فنی و مقادیر مشخص کار، در مناقصه شرکت می‌کنند. روش طرح و ساخت، یکی از روش‌های اجرایی غیرمتعارف است. در روش‌های طرح و ساخت، مسؤلیت طراحی و اجرای طرح در چارچوب خواسته‌های کارفرما و ضوابط مقرر، با یک پیمان به پیمانکار واگذار می‌شود. در سال‌های اخیر، روش «طرح و اجرا»^۳ در بسیاری از پروژه‌های بزرگ کشور مورد استفاده قرار گرفته است. این روش سابقه بسیار طولانی‌تر از روش سه‌عاملی دارد به‌طوری‌که در منشور حمورابی، مسؤلیت مطلق معمار ارشد یا سازنده اصلی مطرح شده است [۱]. منافع پروژه‌های «طرح و اجرا» عبارتند از: [۱]

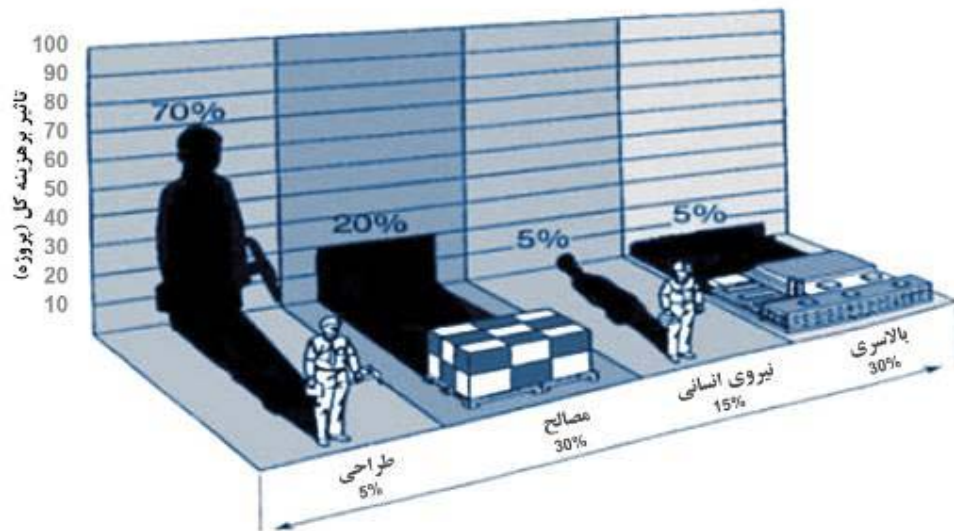
- زمان اجرای کوتاه‌تر با هم‌پوشانی طراحی و اجرا
- انتقال برخی ریسک‌ها و مسؤلیت‌ها از دستگاه اجرایی به پیمانکار
- قطعیت‌دادن به تاریخ تکمیل طرح و مبلغ پیمان
- حساسیت بیشتر بخش طراحی نسبت به دغدغه‌ها و مشکلات اجرایی
- حمایت مالی بخش اجرایی از بخش طراحی
- هم‌افزایی بخش‌های طراحی، خرید و اجرا
- ایجاد انگیزه برای کارشناسان طراحی، اجرا و خرید برای شناسایی و حذف هزینه‌های غیرضروری پروژه
- زمینه‌سازی برای استفاده از فن‌آوری‌های نوین
- پیش‌نیازهای پروژه‌های طرح و ساخت عبارتند از:
- کاهش توانایی دستگاه اجرایی در تعریف دقیق و کامل پروژه

³ Design-Build



- عدم قطعیت در هزینه‌ی آیت‌های کلیدی
- قطعی بودن تأمین اعتبار مورد نیاز
- اطمینان به وجود پیمانکاران توانمند
- توانمندی مدیریت دستگاه اجرایی در طرح و ساخت

شکل ۱، اثرات هزینه‌ای عوامل مختلف را در پروژه‌ها نشان می‌دهد. این شکل نشان می‌دهد که طراحی با وجودی که تنها ۵ درصد پروژه را شامل می‌شود، بیشترین اثر را در کاهش هزینه‌ی کل پروژه دارد. در پروژه‌های «طرح و اجرا» تلاش می‌شود از پتانسیل‌های خلاقانه برای بهبود ارزش پروژه استفاده بیشتری شود.



شکل ۱- تأثیر عوامل مختلف بر کاهش هزینه در پروژه‌ها

کاربرد متدولوژی ارزش در پروژه‌های «طرح و اجرا»

پروژه‌های «طرح و اجرا» عموماً از نظر هزینه‌ای بسیار بزرگ محسوب می‌شوند و مطالعات ارزش برای پروژه‌های بزرگ در چند مرحله انجام می‌گردد ولی در پروژه‌های «طرح و اجرا» ماهیت این مطالعات متفاوت است. در این مقاله کاربردهای مختلف متدولوژی ارزش در پروژه‌های «طرح و اجرا» ارائه می‌شود.

برنامه‌ریزی ارزش در فاز امکان‌سنجی

برنامه‌ریزی ارزش در پروژه‌ها، در انتهای فاز برنامه‌ریزی و قبل از طراحی اولیه مطرح می‌شود و هدف، تعیین مبانی اساسی پروژه مانند ظرفیت، روند تغییرات در آینده و مسائل راهبردی دیگر است [۱۵]. در برنامه‌ریزی ارزش، فازهای ارزیابی و توسعه کارگاه ارزش نسبت به مطالعات مهندسی ارزش، کم‌رنگ‌تر است. برنامه‌ریزی ارزش می‌تواند در مباحث کلان غیرپروژه‌ای نیز مطرح شود. به عبارت دیگر مطالعه بر روی یک پروژه قبل از آنکه گزینه‌ی مطلوب انتخاب شده باشد و به صورت کلی بر اهداف پروژه، توسعه اجزای کارکردی و برخورد کلی



برای رسیدن به اهداف تمرکز داشته باشد، برنامه‌ریزی ارزش نامیده می‌شود. با توجه به ابعاد پروژه‌های «طرح و اجرا»، کارفرما بایستی در مراحل اولیه، راهبردهای اصلی را توسط یک تیم خبره چندرشته‌ای تبیین نماید. بر اساس دستورالعمل‌های سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی سابق انجام مطالعات برنامه‌ریزی ارزش در مرحله‌ی امکان‌سنجی پروژه‌های ۸۰۰ میلیارد ریالی الزامی است. بنابراین با توجه به ابعاد پروژه‌ها قطار شهری، بنظر می‌رسد انجام مطالعات برنامه‌ریزی ارزش در این پروژه‌ها الزامی باشد. مطالعه برنامه‌ریزی ارزش خط دو قطار شهری تبریز در سال ۱۳۸۶ نمونه‌ای از این مطالعات محسوب می‌شود.

مهندسی ارزش قبل از مناقصه

به کارفرمایان پروژه‌های «طرح و اجرا» توصیه اکید می‌شود که در فاصله زمانی مناسبی قبل از مناقصه و قبل از اینکه در اجرای پروژه دارای شریک (پیمانکار) شوند، مطالعه ارزش را انجام دهند و کل منافع آن را به خود اختصاص دهند. اولین مطالعه‌ی مهندسی ارزش خط دو قطار شهری مشهد نمونه‌ی بارزی از این تیپ مطالعات ارزش محسوب می‌شود و کل منافع چشم‌گیر این مطالعه به کارفرما تعلق گرفت.



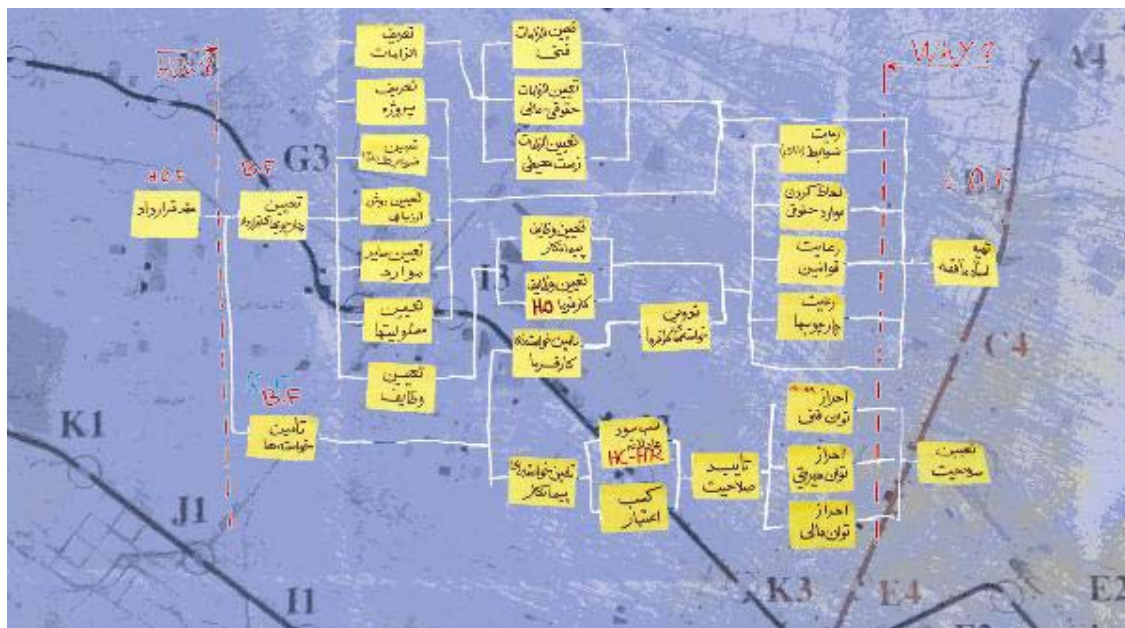
شکل ۲- تیم مهندسی ارزش خط ۲ قطار شهری مشهد در مورد پلان و پروفیل (۱۳۸۵)

مدیریت ارزش اسناد مناقصه

در صورتیکه محدوده‌ی یک مطالعه ارزش، ماهیت نرم‌افزاری داشته باشد، آن مطالعه مدیریت ارزش نامیده می‌شود. مدیریت ارزش ۳۰ سال بعد از تحلیل ارزش مطرح گردید و اعمال آن به تجربه و تخصص بیشتری نیاز دارد [10]. برای مثال از متدولوژی ارزش برای حل مناقشات پروژه‌ای استفاده شده است [۶]. اهمیت اسناد مناقصه‌ی پروژه‌های «طرح و اجرا» بیشتر از اسناد مناقصه‌ی پروژه‌های ۳ عاملی است. این اسناد حکم قانون اساسی پروژه را دارد و بایستی شرایط مناسب را برای تحقق سناریوی همه‌برنده و شرایط منصفانه فراهم کند. در مراجع معتبر در خصوص پروژه‌های طرح و اجرا ذکر گردیده که بهره‌برداری از مزایای این روش و پیشرفت فیزیکی پروژه‌های واگذار شده به این شیوه منوط به انتخاب پیمانکار قوی و کارآمد است و در صورت انتخاب پیمانکاران ضعیف، مشکلات پیش آمده در مسیر اجرای پروژه‌های



طرح و ساخت دوچندان خواهد شد. در این چارچوب تبیین پیش‌نیازهای لازم برای انتخاب پیمانکار توانمند برای طرح و اجرا می‌تواند یکی از محورهای مورد مطالعه در کارگاه مدیریت ارزش اسناد مناقصه باشد. با توجه به کاربرد گسترده متدولوژی ارزش، مدیریت ارزش اسناد مناقصه توسط کارشناسان خبره می‌تواند در بهبود کیفیت اسناد مناقصه به‌کار گرفته شود. کارفرما و مدیریت طرح خط دو قطار شهری مشهد مطالعه‌ی مدیریت ارزش اسناد مناقصه این پروژه را در سال ۱۳۸۶ با مطالعه‌ی ارزش ارزیابی کرده‌اند.



شکل ۳- نمودار تحلیل کارکرد سیستمی مطالعه‌ی مدیریت ارزش اسناد مناقصه‌ی خط ۲ قطار شهری مشهد (۱۳۸۶)

مهندسی ارزش الزامات کارفرمایی

بعد از برگزاری مناقصه، اگر در پیمان، تقسیم مطالعات منافع مهندسی ارزش در الزامات کارفرمایی پیش‌بینی شده باشد، یک مطالعه ارزش مشترک میان کارفرما و پیمانکار می‌تواند با تعدیل الزامات کارفرمایی موجب بهبود طرح و ایجاد سناریوی برنده-برنده شود. اگر قبل از مناقصه، کارفرما مطالعات برنامه‌ریزی و مهندسی ارزش انجام داده باشد، افق صرفه‌جویی مهندسی ارزش الزامات کارفرمایی کاهش می‌یابد ولی در هر صورت نسبت سود به هزینه‌ی این مطالعات، توجیه‌کننده‌ی انجام آن خواهد بود. در این چارچوب تأمین هزینه‌ی این تیپ مطالعه‌ی ارزش توسط پیمانکار منصفانه به‌نظر می‌رسد.

در پروژه‌های طرح و اجرا، در مرحله طراحی پایه، باید وقت کافی صرف شود و مشخصات فنی کامل و روشنی بر اساس الزامات قراردادی و نیازهای واقعی پروژه تعیین گردد. در صورت ناقص بودن مطالعات فاز اول طراحی، توصیه می‌گردد قرارداد طرح و ساخت با پیمانکاران بسیار مجرب و براساس روش مبتنی بر ارزشیابی تنظیم شود. زیرا تغییر مبلغ قرارداد در مراحل بعدی به دلیل مشکلات مالی پیمانکار، ماهیت حسن قراردادهای طرح و ساخت را زیر سؤال خواهد برد. در این راستا برگزاری کارگاه‌های مهندسی ارزش با حضور کارفرما و عوامل پیمانکار می‌تواند تا حدود زیادی نواقص مطالعات را در قالب الزامات کارفرمایی بر طرف نماید.

مطالعات مهندسی ارزش خط یک متروی اهواز که در سال ۱۳۸۶ برگزار گردید، نمونه‌ای از مطالعات مهندسی ارزش الزامات کارفرمایی است. در قرارداد این پروژه ضریب ۶۰-۴۰ برای تقسیم منافع مطالعه بین کارفرما و پیمانکار پیش‌بینی شده بود. در این چارچوب در صورتیکه در چارچوب مطالعه مهندسی ارزش، برخی از آیتم‌های الزامات کارفرمایی قرارداد طرح و اجرا، توسط تیم غیرضروری تشخیص



داده می‌گردید، ۴۰ درصد منافع حاصله پس از تایید کارفرما به پیمانکار «طرح و اجرا» تعلق می‌گرفت تا سناریوی همه‌برنده (کشور - کارفرما - پیمانکار تحقق یابد.

مهندسی ارزش «طرح و اجرا»

پس از انتخاب پیمانکار «طرح و اجرا»، در چارچوب قرارداد، پیمانکار مجاز به انجام تغییراتی برای کاهش هزینه‌ها و زمان اجرا است و می‌توان چند مطالعه از این تیپ را در طول اجرا در موارد مختلف انجام داد. توصیه می‌شود اولین مطالعه ارزش از این نوع در زمان تجهیز کارگاه صورت گیرد. به‌علاوه از این نوع مطالعه می‌توان برای ایجاد هم‌افزایی و هماهنگی بیشتر بخش‌های طراحی، تامین و اجرا استفاده نمود.

برای بهره‌بردن بیشتر از ابتکارات پیمانکار در اجرای موضوع طرح بایستی در چارچوب قرارداد با تلفیق الزامات طراحی، تدارکات و اجرا، طرح را به‌صورت بهینه از نظر سه موضوع ذکر شده طراحی نماید. البته از طرف دیگر باید تسلط احتمالی خواسته‌های شخصی یا گروهی را به الزامات اصلی موضوع طرح حذف نماید.

هماهنگی بین بخش طراحی و اجرا بسیار مهم می‌باشد. لازم است که دفتر فنی قوی و با تجربه در محل پروژه قبل از شروع کارهای اجرایی، نقشه‌ها و مدارک را دقیقاً مطالعه و بررسی نمایند و اشکالات و تناقضات را استخراج نمایند. لازم است که پیمانکاران دانش مهندسی خود را با جذب افراد شایسته و استفاده از تجارب پروژه‌های مشابه، جهت بهبود عملکرد خویش در پروژه‌ها ارتقا بخشند. در خصوص موارد ذکر شده بکار بردن مهندسی ارزش می‌تواند بسیار مفید و کارساز باشد. در پروژه‌ی خط دو قطار شهری مشهد در فاز اجرا، پیمانکار «طرح و اجرا» چهار مطالعه‌ی ارزش را در مقاطع زمانی مختلف برنامه‌ریزی نموده است.

مطالعه‌ی تحلیل ارزش

در شرایطی که مطالعه‌ی ارزش بر روی محصول موجود یا پروژه‌ی احداث شده صورت گیرد، به این مطالعه، تحلیل ارزش اطلاق می‌شود [۱۳]. با توجه به ماهیت و ابعاد پروژه مورد نظر، ممکن است بهبود بخش‌های احداث شده در دستور کار قرار گیرد (مانند بهسازی کارخانه‌ی بتن کارگاه و موارد مشابه). در صورتی که پرسنل کارگاه، دوره‌های آموزشی را طی کرده و در کارگاه‌های واقعی شرکت کرده باشند، رأساً می‌توانند این مطالعات را هدایت نمایند. بدیهی است این تیپ مطالعات فقط در زمان اجرا و توسط پیمانکار قابل انجام است [۱۶].

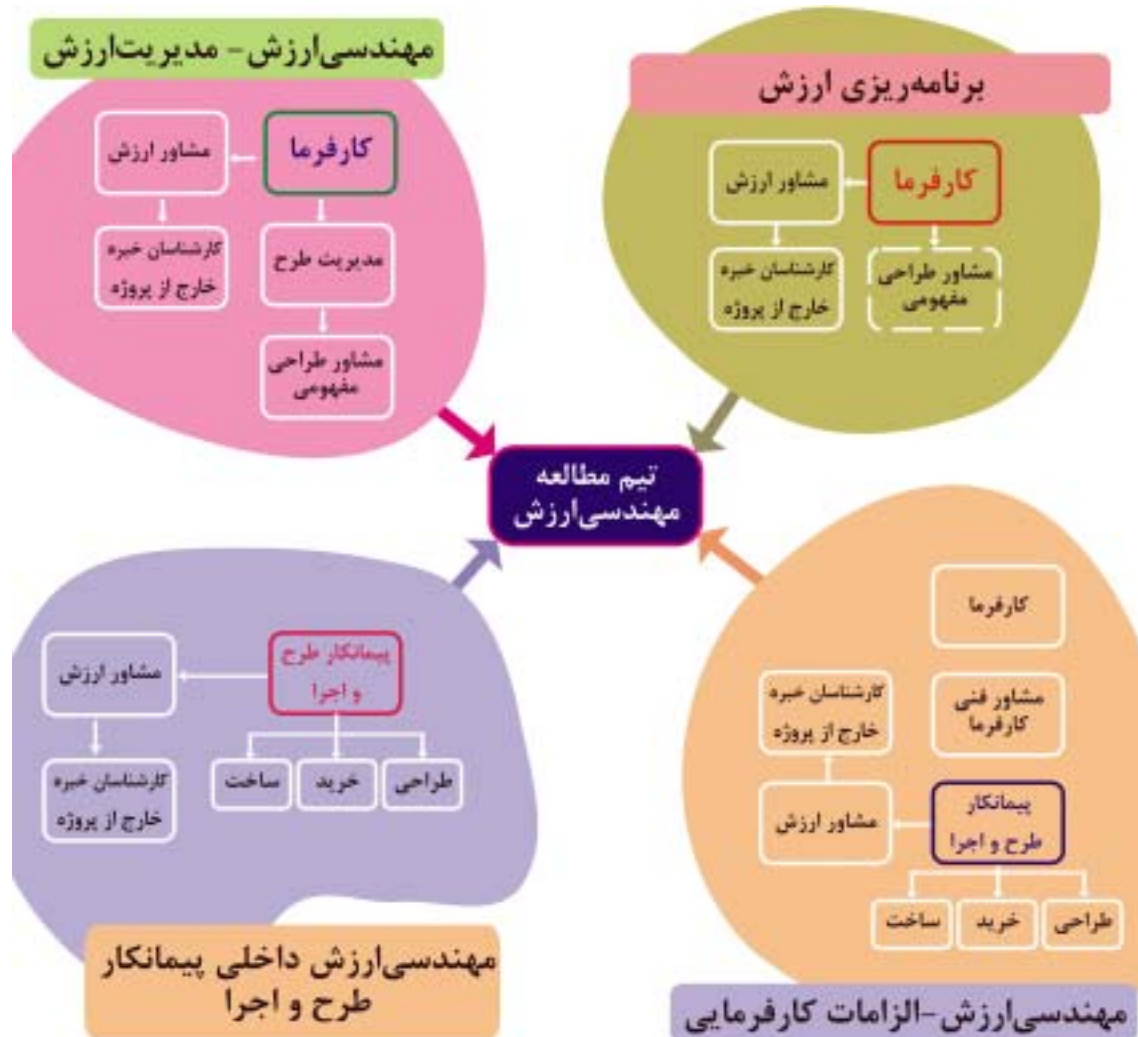
در شکل ۴- چارچوب‌های اصلی مطالعات ارزش پروژه‌های طرح و اجرا ارائه شده است. همان‌طوریکه در شکل نشان داده شده، ۲ مطالعه اول بوسیله‌ی کارفرما هدایت می‌شود. مطالعه‌ی الزامات کارفرمایی با مشارکت کارفرما و پیمانکار طرح و اجرا صورت می‌گیرد. مطالعات مهندسی، مدیریت و برنامه‌ریزی ارزش بعد از مناقصه به‌وسیله پیمانکار طرح و اجرا انجام شده و تمامی منافع مطالعه به او تعلق می‌گیرد. در سال‌های اخیر تلفیق کارگاه‌ها مهندسی ارزش و مدیریت ریسک و هم‌افزایی این دو فن‌آوری دستاوردهای چشمگیری بدست داده است [۷]، [۸]، [۱۱]، [۱۲]، [۱۴].

مطالعات پیوسته ارزش در زمان طرح و اجرا

مطالعات مهندسی ارزش عمدتاً بصورت موردی و در مقاطع خاص (برای مثال انتهای مطالعات فاز صفر و یک) برای پروژه‌ها بکار گرفته شده است. در سالهای اخیر و در پروژه‌های بزرگ، در کنار تیم طراحی، یک تیم مهندسی ارزش پیش‌بینی شده که بطور پیوسته در کنار



پروژه، پیشرفت آن را پایش نموده و در مقاطعی برای نهایی کردن تصمیمات کلیدی، کارگاه ارزش در کوتاه‌ترین زمان ممکن برگزار شده و نتایج کارگاه ارزش به‌سرعت وارد پروسه‌ی طراحی می‌شود [۹]. بنظر می‌رسد در پروژه‌ها طرح و اجرا که فاصله‌ی زمانی کمی میان طراحی و اجرا وجود دارد، مطالعات پیوسته ارزش از اثربخشی و کارایی مناسبی برخوردار باشد.



شکل ۴- انواع مطالعات ارزش در پروژه‌های طرح و اجرا

مطالعه‌ی موردی: مطالعات مهندسی ارزش خط ۱ متروی اهواز



این مطالعه از تیپ مطالعات الزامات کارفرمایی محسوب می‌گردد. این مطالعه با هدف ارتقای شاخص ارزش طرح مشتمل بر افزایش کارایی و کیفیت، کاهش هزینه‌ها و کاهش زمان اجرا با توجه به دید کارکردی به پروژه متروی قطارشهری اهواز، در مهرماه ۱۳۸۶ آغاز گردید. این پروژه به صورت طرح و ساخت (EPC) و به طول ۲۴ کیلومتر در این شهر در حال اجراست. کارفرمای پروژه، شهرداری اهواز (سازمان قطارشهری اهواز) و پیمانکار طرح و ساخت با مشارکت شرکت کیسون (ایران) و نورینکو (چین) به سرپرستی شرکت کیسون می‌باشد. مهندسان مشاور ستیران مدیریت طرح این پروژه را به عهده دارند. دوره ساخت پروژه ۴۸ ماه و پیشرفت فیزیکی در آبان ۱۳۸۶ حدود ۱۲ درصد برآورد شده است.

در شروع این مطالعه ارزش، الزامات کارفرمایی قرارداد طرح و ساخت براساس دیدگاه‌های کارفرما و پیمانکار به عنوان محدوده مطالعه انتخاب گردید. در مرحله پیش مطالعه و در قالب سمینار پیش مطالعه، الزامات کارفرمایی (خطوط قرمز مطالعه ارزش)، فرصت‌ها و مسائل خاص پروژه، ذی‌نفعان مستقیم و غیرمستقیم، معیارهای ارزیابی ایده‌ها و پیشنهادهای مهندسی ارزش تبیین گردید. مشاور ارزش این مطالعه، پس از انجام بررسی اولیه در مورد تیم، لیست پیشنهادی را تهیه نمود که با ارائه دیدگاه‌های عوامل طرح، ترکیب تیم مهندسی ارزش نهایی شد. در انتخاب این تیم علاوه بر پوشش تخصص‌های مورد نیاز، به عواملی چون تجربه، خلاقیت، تنوع در عوامل سه‌گانه کارفرما، مشاور، پیمانکار و کارشناسان چندرشته‌ای نیز توجه ویژه‌ای شده است. انتخاب تیم از جمله مهمترین گام‌ها در مطالعات مهندسی ارزش است که در این مطالعه مشاور ارزش به صورت ویژه‌ای به آن پرداخته است. در سمینار پیش مطالعه مبانی، مطالعه ارزش به شرح زیر تبیین گردید:

اهداف مطالعه مهندسی ارزش

- کاهش هزینه و زمان اجرا
- افزایش کارایی پروژه و کارکردهای مرتبط با آن
- بهبود معیارهای طراحی

به کارگیری و اعمال فنون مهندسی ارزش می‌تواند منجر به افزایش بهره‌وری کلی طرح‌ها و پروژه‌های عمرانی یا نسبت منفعت به هزینه این طرح‌ها گردد. این بهبود عمدتاً از طریق انجام اقدامات زیر امکان‌پذیر می‌گردد:

- مراجعه به استانداردهای ناظر بر کار طراحی، احداث، بهره‌برداری و نگهداری سیستم مورد نظر در دوره کاری تیم مهندسی ارزش و ارزیابی و مقایسه میزان انطباق کار با این استانداردها و مراجع.
- تدوین و اجرای یک طرح اجرایی ساخت یافته برای اعمال رویکردی متفاوت در بررسی طرح از دیدگاه کارکردهای مورد انتظار.
- برقراری و بهبود ارتباطات میان تمامی طرف‌های ذیربط در طرح و تمامی بخش‌های تخصصی درگیر در کار به نحوی که بینش‌های مختلف و ظرفیت‌های تخصصی لازم در جهت دستیابی به یک نگرش جامع و همه‌جانبه به طرح فعالانه به کار گرفته شود.
- افزایش توانایی کار گروهی در بخش‌های طراحی، ارزیابی و اجرا.
- بهبود روش‌های تبادل نظر میان طرف‌های ذیربط و افزایش کیفی محتوای پیشنهادهای اصلاحی که در دوره عمر طرح (طراحی و احداث) ممکن است مطرح شود.
- افزایش و بهبود ظرفیت‌های کارفرمایی در نزد مجری طرح (تقویت مناسبات با مشاور و پیمانکاران، شفاف‌سازی بهتر الزامات و نیازها، سنجش‌پذیر کردن این الزامات).
- امکان انباشت تجارب حاصله در یک پروژه و به کارگیری آن در سایر پروژه‌های مشابه با هزینه و ریسک کمتر.

مطالعه مهندسی ارزش پروژه‌ی خط یک قطارشهری اهواز



با توجه به مطالعات ترافیکی انجام شده پس از تصویب مسیر خط یک قطار شهری اهواز، هشت مسیر دیگر به‌عنوان مسیرهای دارای پتانسیل پیش‌بینی شد که پس از بررسی‌های بعدی در مجموع چهار مسیر جهت راه‌اندازی قطار شهری اهواز تصویب گردید. مسیر خط یک که در دست احداث می‌باشد به طول ۲۴ کیلومتر و دارای ۲۴ ایستگاه است و تا سال ۱۳۹۰ بایستی مورد بهره‌برداری قرار گیرد. مطالعات مهندسی ارزش در برگیرنده فعالیت‌های متعددی است که موفقیت تیم مهندسی ارزش در گرو انجام سریع و در عین حال با کیفیت این فعالیت‌ها است. این مهم در مطالعات مهندسی ارزش سازمان قطار شهری اهواز با هماهنگی بسیار مناسب اعضای تیم و به دلیل مناسب بودن تعداد اعضا (۷-۱۲ نفر) و هم‌دلی آن‌ها به‌خوبی میسر گردید. در ابتدا گام پیش‌مطالعه در مدت ۲ ماه انجام پذیرفت که شامل برگزاری جلسه‌های تبادل اطلاعات، کارگاه پیش‌مطالعه و تهیه گزارش پیش‌مطالعه بود. در ادامه فازهای شش‌گانه گام دوم مهندسی ارزش پیگیری شد [۵].

فاز اطلاعات

در فاز اطلاعات، پروژه خط یک به‌طور کامل شرح داده شد و تمامی مسائل موجود، راه‌حلهایی که تاکنون بررسی شده بود و گزارشات موجود در قالب گزارش پیش‌مطالعه ارائه گردید. تیم مهندسی ارزش که با دقت و با در نظر گرفتن موارد زیر انتخاب شده بود، یک هفته قبل از کارگاه اصلی با در اختیار داشتن گزارش پیش‌مطالعه در جریان کامل امور قرار گرفتند. در انتخاب تیم که مهمترین عامل موفقیت پروژه است موارد زیر در نظر گرفته شد:

- از تمامی تخصص‌های مربوط به موضوع تا آنجا که محدودیتی نباشد، در تیم حضور داشته باشند.
- حداکثر و حداقل اعضای تیم به ترتیب ۱۲ نفر و حداقل ۷ نفر باشد.
- در حد امکان از کارشناسان چندرشته‌ای استفاده شود، تا علاوه بر افزایش تخصص در تیم، موجب کاهش تعداد افراد شود.
- در هر شرایطی برخی اعضای تیم از کارشناسان خبره که در این پروژه درگیر نیستند انتخاب شود.
- کارشناسان کلیدی کارفرما و پیمانکار برای رسیدن به اجماع و تسریع در تصمیم‌گیری در مورد نتایج مطالعه ارزش، در تیم عضویت داشته باشند.

اعضای تیم مطالعه‌ی ارزش خط یک قطار شهری اهواز در شکل ۳ نشان داده شده است. فاز اطلاعات مطالعه مهندسی ارزش خط یک قطار شهری اهواز شامل معرفی برنامه‌های کارگاه، معرفی تیم و همچنین ارائه اطلاعات تکمیلی در رابطه با ابعاد مختلف طرح خط یک قطار شهری بود.

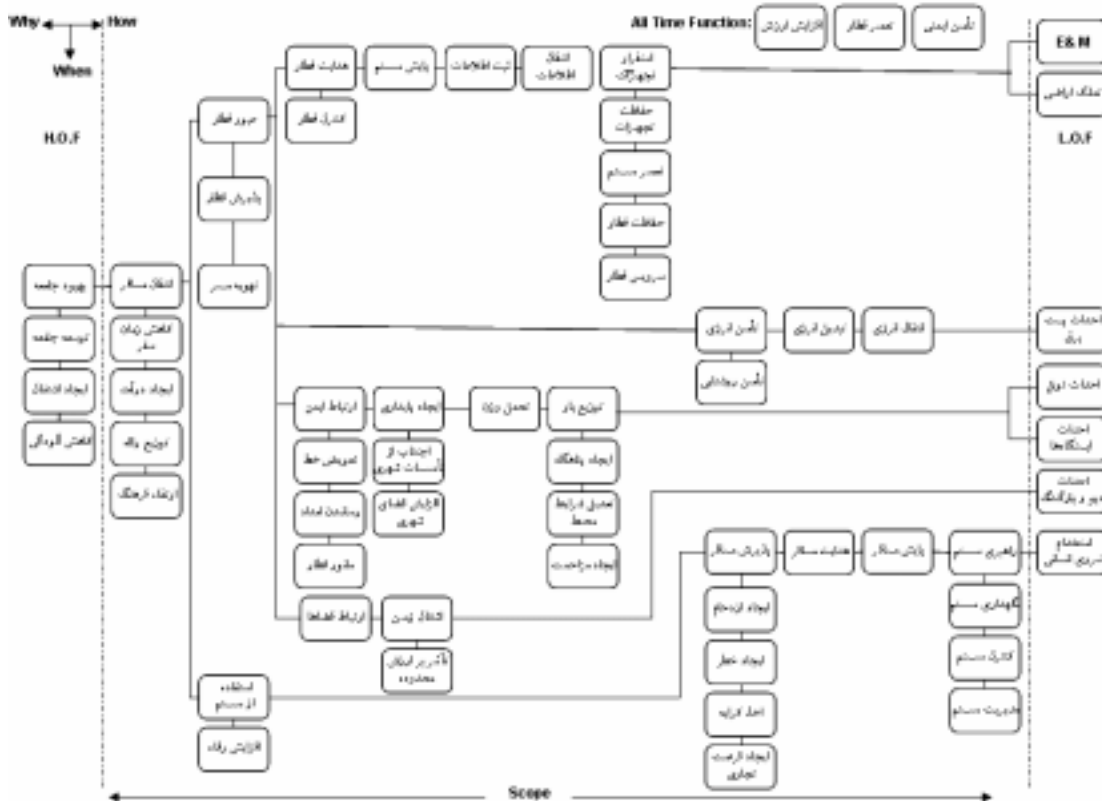
جلسه روز اول پس از ارائه مطالب و پاسخ به سؤالات اعضای تیم توسط مشاوران، ادامه و پس از آن میانی مطالعه تدقیق گردید. پس از تصویب میانی، معیارهای مصوب شده توسط اعضای تیم با روش AHP وزن‌دهی شد تا در فازهای بعد استفاده گردد. بهتر است معیارهای مصوب شده در ابتدای کار وزن‌دهی شوند، زیرا پس از فاز تحلیل کارکرد، افکار تیم یک‌سو شده و ممکن است نتایج ارزیابی جهت‌دار شود.

فاز تحلیل کارکرد

در فاز تحلیل کارکرد با ترسیم نمودار تحلیل کارکرد توسط تیم و با کمک راهبر و تسهیل‌گر، سعی بر آن است که ذهن افراد از مصداق‌ها به سمت کارکردها معطوف گردد و بدین‌وسیله آنها برای فاز خلاقیت آماده شوند. اعضای تیم بایستی با استفاده از منطق موجود در روش ترسیم FAST، این نمودار را به‌نحوی ترسیم نمایند که هدف پروژه به‌وسیله کارکردها با مصادیق پروژه ارتباط یابد.



این عمل باعث خواهد شد که افراد با تخصص‌های مختلف در تعریف پروژه هم‌زبان گشته و به یک دید واحد نسبت به پروژه و مسایل آنها برسند. بدین جهت تکمیل این فاز چندان آسان نخواهد بود، ولی تلاشی که در این مرحله صرف شود، در فاز خلاقیت به ثمر خواهد نشست. در مرحله بعد با اجماع تیم، کارکردهای "پرهزینه"، "با ریسک بالا" یا "با فرصت بالا" شناسایی شده و برای فاز بعدی (فاز خلاقیت) انتخاب گردید.



شکل ۶- نمودار تحلیل کارکرد ترسیم شده توسط اعضای تیم مطالعه‌ی ارزش خط یک اهواز

فاز خلاقیت

اکثر افراد مایل هستند تخیل خود را محدود کنند تا مورد پذیرش جامعه قرار گیرند، در حالی که در این فاز ذهن باید کاملاً آزاد باشد. به همین دلیل آغاز فاز خلاقیت آسان نیست و اگر راهبر نتواند موانع خلاقیت را از سر راه تیم بردارد، امکان به‌دست‌آوردن ایده‌هایی با پتانسیل بالا کم می‌شود. یکی از راه‌های باز کردن ذهن اعضای تیم جهت ایده‌پردازی، استفاده از تکنیک توفان ذهنی است. کارایی این تکنیک در عمل به اثبات رسیده است. توضیح دادن قواعد این فاز و ملزم‌ساختن افراد برای اجرای آنها، از نکات کلیدی این فاز برای خلق ایده‌های خلاقانه محسوب می‌شود. در این فاز راهبر مطالعه و آشوب‌گر سازنده (Catalyst) می‌توانند نقش بسیار مؤثری در هدایت تیم به جهت حرکت در مسیر درست داشته باشند. در بعضی موارد که نیاز باشد، آشوب‌گر می‌تواند با دادن ایده‌ای غیر معمول همچون "برویم ناهار" اعضای تیم



را ترغیب کند تا ایده‌های جسورانه‌تری را ارائه دهند. پس از ثبت ایده‌ها، مناسب است که لیست ایده‌ها در فازهای بعد در جلوی دید اعضای تیم نصب گردد. پس از فاز خلاقیت، امکان افزودن ایده‌های جدید به لیست فاز خلاقیت وجود دارد.
فاز ارزیابی (قضاوت)

ایده‌های تولید شده در فاز خلاقیت در این فاز مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. هدف این است که ایده‌هایی که قابلیت تبدیل به مفاهیم کارآ و مؤثر را دارند، شناسایی شود. هدف از این فاز پیدا نمودن ایده‌هایی است که حداقل پتانسیل برای بهبود را داشته باشند. در انتخاب ایده‌ها بایستی به صورت محافظه کارانه به دنبال یک سیستم چند لایه بود تا برای شرایط پیش‌بینی نشده تضمین لازم وجود داشته باشد. پس از فیلتر کردن اولیه ایده‌ها می‌توان آنها را در بسته‌های تخصصی دسته‌بندی کرد.

ردیف	عنوان کارکرد	تعداد ایده
۱	عبور قطار	۷۶
۲	ارتباط ایمن	۶۳
۳	ارتباط فضاها	۳۳
۴	ایجاد پایداری	۴۴
۵	پذیرش مسافر	۶۷
۶	خارج از محدوده	۳۷
۳۲۰		

جدول ۱- کارکردهای منتخب و ایده‌های فاز خلاقیت مطالعه‌ی ارزش خط یک اهواز

در مجموع ۳۲۰ ایده توسط تیم ارائه شده است، ولی باید در نظر داشت که در انتهای مطالعه فقط تعداد ۱۱ ایده به پیشنهادیه تبدیل شد تا به کارفرما جهت اجرا ارائه شود. البته پس از ارائه پیشنهادیه‌ها امکان دارد تمامی آنها توسط کارفرما پذیرفته شود و یا حتی بعضی از آنها نیز در آن مرحله مردود شوند. در بعضی از مواقع می‌توان چند پیشنهادیه را با یکدیگر در نظر گرفت و تبدیل به یک سناریو نمود. برای بعضی از موارد ممکن است دو پیشنهادیه موجود باشد و پیشنهادیه دوم فقط در صورت رد شدن پیشنهادیه اول و به عنوان ایده جایگزین مطرح شود.

فاز توسعه

در این فاز، ایده‌های منتخب از فاز قبل توسط تیم‌های کاری چندمنفره توسعه داده شد و نتایج در چندین جلسه‌ی کاری ارائه گردید. در نهایت کارگاه دو روزه توسعه در اهواز برگزار گردید. از ویژگی‌های بارز این مطالعه، صمیمیت ایجاد شده میان اعضای تیم، برگزاری جلسات متعدد توسعه و اشتیاق اعضای تیم برای توسعه پیشنهادیه‌ها بود. دو نفر از اعضای تیم مطالعه ارزش این کارگاه ارزش از دیدگاه هم‌افزایی و هم‌گرایی بسیار متمایز و برتر از جلساتی که در دوران حرفه‌ای داشته‌اند، ارزیابی کردند.

نتایج مطالعه ارزش

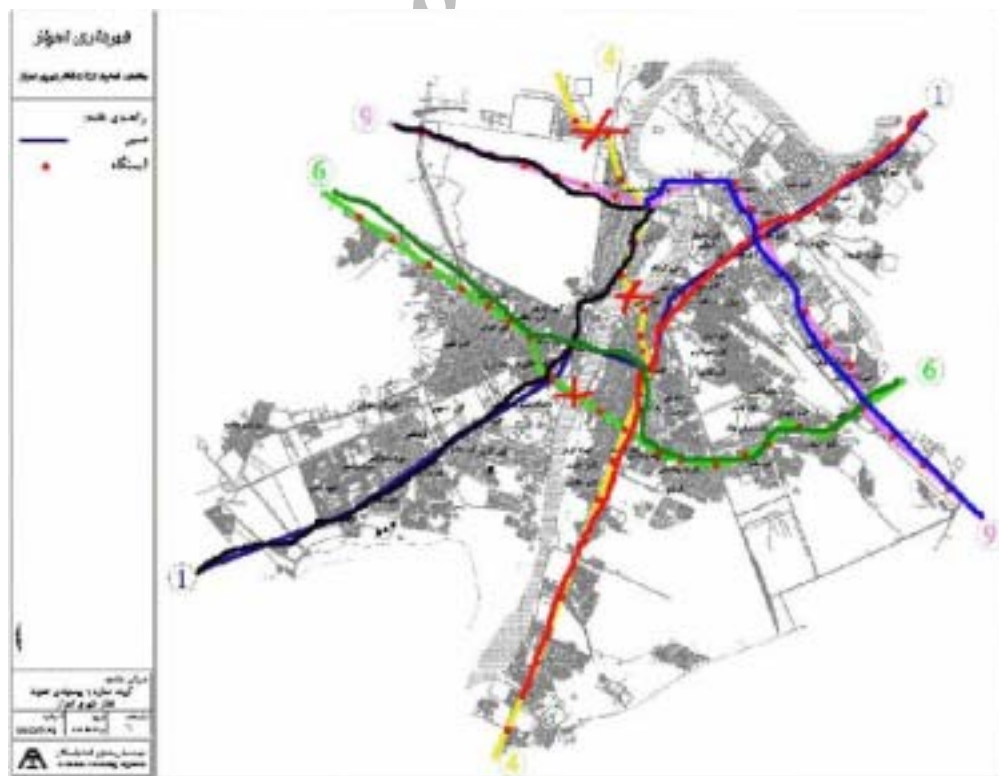
منافع پیشنهادیه‌های مصوب تیم ارزش بسیار بیشتر از هزینه‌های مطالعه‌ی ارزش برآورد شده است. از دستاوردهای مهم این مطالعه می‌توان به ایده‌هایی که تیم در مورد خطوط ۲ تا ۴ قطار شهری اهواز ارائه کردند اشاره نمود. برای نمونه اعضای تیم در مورد بررسی پیشنهاد "انطباق خطوط مختلف در قطعه مرکزی شهر" در یک کارگاه برنامه‌ریزی ارزش اتفاق نظر و اجماع داشتند. این ایده می‌تواند تعداد تونل‌های زیر کارون را کاهش دهد. بدیهی است منافع این ایده از دیدگاه کاهش هزینه‌ها و تسریع عملیات اجرایی بسیار چشمگیر خواهد بود. امید است تجارب این مطالعه پیشاهنگ بتواند در مطالعات ارزش پروژه‌های دیگر «طرح و اجرا» مورد استفاده قرار گیرد. در جدول زیر،



نتایج اولیه کارگاه اصلی و کارگاه توسعه ارائه می‌شود با توجه به نتایج اولیه مطالعه مهندسی ارزش خط یک قطارشهری اهواز، می‌توان انتظار داشت که این مطالعه موجب حذف هزینه‌های غیرضروری پروژه شود و سناریو همه‌برنده برای کشور، مردم اهواز و عوامل مختلف پروژه رقم خورد.

ردیف	پیشنهادیه	پتانسیل صرفه جویی و منافع (به روز شده)	توضیحات
۱	طراحی متفاوت ایستگاه‌های تقاطعی	۱۵٪ کمتر از دو ایستگاه مجزا	برای هر تقاطع بین دو خط
۲	طراحی متفاوت ایستگاه‌های تبدیلی	۲٪ کمتر از دو ایستگاه مجزا	برای هر تقاطع بین دو خط
۳	پیش‌بینی پارکینگ در انتهای شمال شرقی خط (در امتداد تونل)	۲۰٪ هزینه در دوره بهره‌برداری صرفه جویی می‌شود	برای پارکینگ ۴ قطار
۴	مناطق تجاری در مسیر (طبقه بالای Cross over)	۶۴ میلیارد ریال (منافع)	برای ۵۰ سال
۵	احداث مراکز تجاری در دسترسی‌های طویل	۷,۹ میلیارد ریال (منافع)	برای ۵۰ سال
۶	پیش‌بینی جهت جلوگیری از نفوذ آب به داخل تونل و ایستگاه‌ها	-	ایمنی افزایش می‌یابد
۷	جایگزینی ریل قاشقی به معمولی	۷۰۰ میلیون ریال	به ازای هر کیلومتر
۸	امکان ارتباط بین فرودگاه و خط یک	چهار گزینه با هزینه‌های ۱,۳۳، ۲,۶۴، ۴۴۰ و ۹۹۰ میلیارد ریال	یکی از گزینه‌ها باید انتخاب شود
۹	استفاده از درب‌های PSD	۲۰۵ میلیارد ریال	برای ۵۰ سال
۱۰	بررسی فواصل ایستگاه‌ها	۱۲۲ میلیارد ریال	

جدول ۲- پیشنهادیه‌های مطالعه‌ی ارزش خط یک اهواز



شکل ۷- پیشنهاد تیم در مورد مطالعه‌ی طرح "انطباق خطوط مختلف در قطعه مرکزی شهر" در یک کارگاه برنامه‌ریزی ارزش



جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

۱. پروژه‌های «طرح و اجرا» عموماً از نظر هزینه‌ای بسیار بزرگ محسوب می‌شوند و مطالعات ارزش برای پروژه‌های بزرگ در چند مرحله انجام می‌گردد ولی در پروژه‌های «طرح و اجرا» ماهیت این مطالعات متفاوت است.
۲. در کل ۸ تیپ مطالعه ارزش در پروژه‌ها طرح و ساخت به شرح زیر می‌تواند مطرح شود:
 - برنامه‌ریزی ارزش در فاز امکان‌سنجی
 - مهندسی ارزش قبل از مناقصه
 - مدیریت ارزش اسناد مناقصه
 - مهندسی ارزش الزامات کارفرمایی
 - مهندسی ارزش «طرح و اجرا»
 - مطالعه‌ی تحلیل ارزش بر روی بخش‌های احداث شده
 - مطالعات پیوسته‌ی ارزش
 - تلفیق مهندسی ارزش و مدیریت ریسک پروژه
۳. مطالعات ارزش می‌تواند در تحقق اهداف اصلی پروژه‌های طرح و ساخت نقش مهمی ایفا نماید. در این راستا انتخاب زمان مناسب مطالعه با توجه به ماهیت مطالعه نقش کلیدی دارد.
۴. توصیه می‌شود در کلیه مطالعات ارزش مرتبط با حمل و نقل، هزینه‌های طول عمر (با لحاظ کردن هزینه‌های اجتماعی) بایستی به‌دقت محاسبه شده و در انتخاب گزینه‌ی پیشنهادی بنحو بارزی ملحوظ شود.

سپاس‌گزاری:

نویسندگان مقاله از تلاش‌های اعضای تیم مطالعه‌ی مهندسی ارزش خط یک قطارشهری اهواز که منجر به دستاوردهای مطالعه گردید قدردانی می‌کند. این مقاله با تلاش تیمی کارشناسان مهندسان مشاور گُریته کاراً تهیه شده و از پیشنهادات و اصلاحات خانم‌ها و آقایان: الهی، عبدالهی، آقایی، حشمتی، پند، کلانتری، مخمل‌کوهی و عباسی قدردانی می‌گردد.

منابع و مراجع

۱. امامی کامران، هم‌افزایی روش‌های نوین مدیریت ساخت در پروژه‌های آبی، سخنرانی کلیدی دومین کنفرانس تجربه‌های ساخت تاسیسات آبی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ۱۳۸۶.
۲. انجمن مقامات بزرگراه‌های آمریکا (آشتو)، پیاده‌سازی مهندسی ارزش، مترجمان کامران و کورش امامی، پروژه پیاده‌سازی مهندسی ارزش در وزارت راه و ترابری. ۱۳۸۴
۳. کیانی، مجید و صالح‌نیا، حسین، بررسی ویژگیها و دامنه کاربرد روش طرح و ساخت با نگرشی بر قرارداد طرح و ساخت پروژه قطعات ۳ و ۴ تونل انتقال آب قمرود، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه، ۱۳۸۳.



۴. کیانی، مجید و عیوضی، اصغر. ، نقش پیمان‌های دوعاملی در توسعه و سازندگی کشور، یازدهمین کنفرانس دانشجویان عمران سراسر کشور، بندرعباس، ۱۳۸۲.
۵. مهندسان مشاور کریت‌کارا، گزارش نهایی مطالعات مهندسی ارزش خط یک قطار شهری اهواز، ۱۳۸۷
6. Adams, Michael (1992), "The Value Managed Mediation of Construction Disputes", 1992 International conference of the Society of American Value Engineers (SAVE), Phoenix, Arizona as published in the SAVE Annual Proceedings.
 7. Dallas, M.F., "Integrating Value and Risk Management - the key to success", The Proceeding of the first Kuwait International Conference on value Engineering, 2004.
 8. Dejmak, Mark W., Kimberly A. Ford (1997), "Integrating Value Engineering and Probabilistic Risk Assessment A Synergistic Approach to Value Engineering", Save International Conference Proceeding.
 9. Dell'Isola, Alphonse.J. (1988), Value Engineering In The Construction Industry, Smith, Hinchman & Grylls, USA.
 10. Hannan, D., Enhancing Projects Value by Enhancing & Expanding Our Professionals Skills", The proceeding of the first Kuwait International Conference on Value Engineering, 2004.
 11. Kirk, David Q. (1995), "The Integration of Value Management and Risk Management", Save International Conference Proceeding.
 12. Koga, Michael (1996), "Probability, Risk, and Value Engineering in Construction", Save International Conference Proceeding.
 13. Miles, Lawrence D. (1972), "Techniques of Value Analysis and Engineering", New York, McGraw-Hill Book Company.
 14. Motanah, Devads P., Russull Poynter-Brown, Mike Jefferyes (1998), "A Strategy for Management Project Risks in Value Management Studies", Save International Conference Proceeding.
 15. Richard Hobbs (2003), Stephan Kirk, Richard Turk, "Value Based Team Decision-making", National Park Service, Construction Management Program.
 16. Zimmerman (1988), L.W., "Value Engineering, A Practical Approach for Owners, Designers and Contractors", CBS Publishers.