



بکارگیری مهندسی ارزش در فاز اجرا مطالعه موردی پروژه احداث زیرسازی راه آهن

علی مدقالچی^۲

علیرضا میر محمد صادقی^۱

چکیده

مهندسی ارزش امروزه به عنوان تکنیکی کارا و موثر برای بهینه‌سازی و کاهش هزینه‌ها و زمان اجرای پروژه‌های ساخت به صورت فراگیر به کار گرفته می‌شود. نتایج درخشان حاصل از اجرای این تکنیک در داخل و خارج از کشور بر کارایی و مطلوبیت مهندسی ارزش صحنه می‌گذارد. البته اکثر قریب به اتفاق کارگاه‌های مهندسی ارزش در فازهای یک و دو پروژه‌ها به اجراء در آمده است و کارفرمایان به دلایل مختلفی از قبیل احتمال ریسک بالا و .. از اجرای مهندسی ارزش در فاز اجرا و بهره‌برداری خودداری می‌نمایند. در این مقاله ضمن بررسی مفاهیم و روش اجرایی مهندسی ارزش، نتایج مطالعات مهندسی ارزش در پروژه زیرسازی خط راه آهن به تفصیل پرداخته خواهد شد.

کلمات کلیدی: مهندسی ارزش، فاز اجرا، بهره‌وری، زیر سازی راه آهن، برنامه کار

^۱ استادیار دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه امام حسین (ع) عضو هیئت مدیره انجمن مهندسی ارزش ایران
^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت پروژه ساخت دانشگاه تربیت مدرس





۱- مقدمه

در سال ۱۹۵۲ سمیناری در شرکت جنرال الکتریک برای معرفی دستاوردهای یکی از محققان آن شرکت برگزار گردید. موضوع جلسه بررسی نتایج تحلیل ارزش در شرکت جنرال الکتریک و فرد اول آن گردهمایی فردی بنام لارنس دی مایلز به عنوان مبتکر آنالیز ارزش بود. شاید شخص مایلز هرگز تصور نمی کرد که ایده و تکنیکی که وی پدیده آورده بود به چنان جایگاهی در جوامع علمی و صنعتی برسد که حتی با گذشت بیش از ۵۰ سال از ابداع آن، نه تنها در گردها توسعه و تغییر رویکردها از بین نرفته است بلکه هر روز بیش از گذشته، با ادغام روشها و تکنیکهای مدرن به آنها در قالب و شمایل چون آنالیز ارزش، متدولوژی ارزش، مهندسی ارزش و مدیریت ارزش به راه خود ادامه می دهد.

۲- تعریف مهندسی ارزش چیست؟

مهندسی ارزش را یک روش خلاق و سازمان یافته که هدفش شناسایی هزینه های غیر ضروری می باشد، دانسته اند. مراد از هزینه های غیر ضروری، هزینه هایی است که نه کیفیت را افزایش می دهند، نه کارایی را، نه طول عمر محصول را و نه مورد علاقه مشتری می باشند. در واقع مهندسی ارزش از طریق فرآیندهای قدم به قدم با استفاده از تکنیکهای مختلف به شرح ذیل عمل می کند.

۱- آنالیز کارکرد به منظور تعریف علت وجود یک محصول یا اجزایش.

۲- تکنیکهای خلاق ذهنی به منظور یافتن جایگزینهای جدید.

۳- تکنیکهای اندازه گیری ارزش عنصر فعلی و جایگزین آن.

هدف اصلی مهندسی ارزش رسیدن به کارکردی هم ارز، با هزینه کمتر بدون کاهش کیفیت، رضایت، عمر، اعتبار، وابستگی، جذابیت یا به عبارت واضحتر ارزشی که مشتری در آینده خواستار آن می شود، است. یکی از بهترین ویژگی های این روش که آن را از دیگر روشهای بهبود بهره وری متمایز ساخته است، همانا توجه به کارکردهای اصلی و بکارگیری روشهای خلاقانه از طریق هم اندیشی گروهی برای ارتقاء کارکردها و حذف کارکردهای نامطلوب می باشد.





۳- معرفی مطالعه موردی :

اغلب مطالعات مهندسی ارزش با توجه به بازده کاری فرآیند مهندسی ارزش در مرحله طراحی انجام می پذیرد. با توجه به سیستم حاکم بر طرحهای عمرانی کشور، یک طرح عمرانی در مرحله طراحی، تحت پیمان مشاور طرح و تحت نظارت کارفرما می باشد و مهندسی ارزش با درخواست مشاور یا کارفرما انجام می شود. انجام مطالعه مهندسی ارزش در این کارگاه به درخواست پیمانکار و در مرحله اجرای پروژه انجام گرفت. مسلماً آنچه در کارگاه مورد توجه نویسندگان قرار گرفت، شرایط حاکم بر کار و ماهیت پروژه بود. در این مطالعه، متفاوت از کارگاههای مرسوم مهندسی ارزش پیمانکار، کارفرمای اجرای مطالعات مهندسی ارزش بود. در ادامه به لحاظ تعهد اخلاقی مؤلفان به کار، سعی شده با شبیه سازی، اطلاعات منتقل گردد.

۴- سازمان مهندسی ارزش

اصولاً مهندسی ارزش همانطور که در قبل نیز اشاره شد، از آغاز تا امروز همیشه بدون استثناء، با یک رویکرد گروهی همراه بوده است. چرا که به منظور تحلیل کارکردها و ارائه ایده ها و روشهای جایگزین، هم کاری و همپایی گروهی از متخصصان ضرورتی انکار ناپذیر برای اجرای مهندسی ارزش به شمار می رود.

مطالعات ارزش به طور سنتی با برگزاری یک کارگاه ۴۰ ساعته و استفاده از کارشناسان خبره انجام می شود که از داخل و خارج از پروژه انتخاب می شوند. تیم مهندسی ارزش شامل یک نفر رهبر تیم که مسئول هدایت کارگاه، متخصص ارزش که دارای اطلاعات و دانش کافی از متدولوژی مهندسی ارزش بوده، یک یا چند نفر کارشناس از خارج از تیم پروژه که دارای تجربه بالایی در خصوص موضوع مورد مطالعه و دیگر اعضای تیم که از میان اعضای پروژه (مشاور یا پیمانکار) انتخاب می شوند و در صورت نیاز نماینده کارفرما و بهره بردار به عنوان عضو تیم در کارگاه شرکت می نمایند. پیشنهاد می شود تعداد اعضاء بین ۸ تا ۱۱ نفر باشد.

مطالعه موردی : سازمان مطالعه میدانی مورد نظر ما مجموعاً از ۱۸ نفر تشکیل شده است. مدیر پروژه به عنوان رئیس کارگاه مهندسی ارزش انتخاب شد. در جدول ۱ تخصص، وابستگی، میزان تجربه و سمت اعضای کارگاه ارائه شده است.





ژ

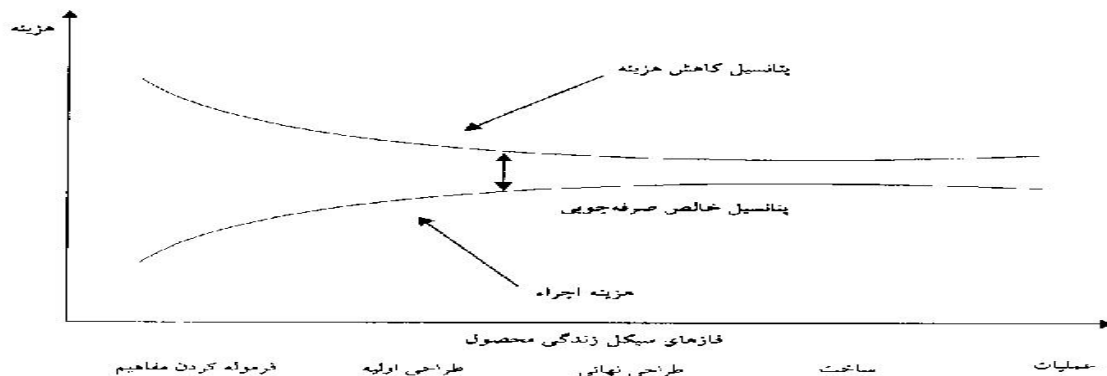
جدول ۱: مشخصات اعضای تیم

ردیف	تخصص	میزان تجربه	محل کار	سمت در کارگاه ارزش
۱	دکترای صنایع	۲۵	سازمان مجری مطالعه	متخصص ارزش
۲	دکترای صنایع	۲۵	سازمان مجری مطالعه	متخصص ارزش
۳	فوق لیسانس برنامه ریزی شهری	۶	پیمانکار ۲	عضو تیم
۴	کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل و نقل	۱۳	سازمان مجری مطالعه	عضو تیم
۵	کارشناس ارشد راه و ترابری	۵	دستگاه مادر پیمانکار اصلی	عضو تیم
۶	لیسانس عمران	۹	دستگاه مادر پیمانکار اصلی	عضو تیم
۷	کاردان عمران	۷	پیمانکار اصلی	عضو تیم
۸	فوق لیسانس زمین شناسی	۱۱	پیمانکار ۲	عضو تیم
۹	فوق لیسانس صنایع (مدیر پروژه)	۱۲	پیمانکار ۲	رئیس کارگاه ارزش
۱۰	لیسانس معدن	۷	دستگاه مادر پیمانکار اصلی	عضو تیم
۱۱	کاردان مکانیک	۶	پیمانکار اصلی	عضو تیم
۱۲	فوق لیسانس برنامه ریزی شهری	۶	پیمانکار ۲	عضو تیم
۱۳	لیسانس عمران	۱۰	پیمانکار ۲	عضو تیم
۱۴	لیسانس برنامه ریزی اجتماعی	۱۷	دستگاه مادر پیمانکار اصلی	عضو تیم
۱۵	کارشناس ارشد مدیریت پروژه	۴	خارج از پروژه	کارشناس مدعو
۱۶	کارشناس ارشد برنامه ریزی شهری	۱۰	پیمانکار ۲	عضو تیم
۱۷	لیسانس عمران	۹	پیمانکار ۲	عضو تیم
۱۸	کارشناس ارشد معدن	—	خارج از پروژه	کارشناس مدعو

۵- زمان بکارگیری مهندسی ارزش:

زمان مناسب برای بکارگیری مهندسی ارزش از جمله مباحثی است که همواره موضوع بحث میان متخصصان و محققین مهندسی ارزش بوده است تا آنجا که یکی از وجوه تمایز مشتقات این تکنیک، همین مسئله می باشد. انجمن بین المللی مهندسی ارزش توصیه می کند که مطالعه مهندسی ارزش برای پروژه های ساخت، زمانی انجام پذیرد که حدود سی درصد از طراحی نهایی پیش رفته باشد. انجمن مهندسی ارزش انگلستان که متولی سیستم مدیریت ارزش می باشد، توصیه می کند که مهندسی ارزش از همان ابتدا می بایست بر پروژه اعمال گردد. اینکه کدام یک از روشهای فوق الذکر صحیح می باشد، خارج از حوصله این مقاله می باشد ولی آنچه که مسلم است، هر چه قدر زمان انجام مهندسی ارزش در یک پروژه ساخت دیرتر انجام پذیرد و هر چه قدر پروژه پیشرفت فیزیکی بیشتری داشته باشد، صرفه جویی حاصل از انجام مهندسی ارزش کمتر خواهد شد. شکل ۱ گواه این ادعا است.





شکل ۱: رابطه بین زمان اجرای مهندسی ارزش و پتانسیل صرفه جویی

بطور کلی هر زمان که در یک پروژه مشکلاتی پدیدار شود می توان از فرآیند مهندسی ارزش استفاده نمود. در ادامه به بررسی رفتار مهندسی ارزش در هر یک از مراحل پنج گانه پروژه های ساخت خواهیم پرداخت.

۱- مرحله فرموله کردن مفاهیم (فاز صفر)

هدف از این فاز ، تبدیل نیازمندیهای کلی (عمومی) به مشخصات عملکردی است. در بیشتر موارد هنوز تصویر کاملی از پروژه نهایی شناخته نشده است، بدین مفهوم که تصمیمات هنوز در شرایط نامشخص هستند. تلاش مهندسی ارزش در این فاز در جهت تهیه ورودی برای نیل به کارکردها به نحوی است که با کمترین هزینه انجام یابد.

۲- فاز طراحی اولیه (فاز یک)

در خلال این فاز، مفاهیم تعریف و مشخصات طراحی شروع شده اند. اطلاعات جزئی و کافی برای بیان همه چیزهای کمی و هزینه ها در جهت برنامه ها ارائه شده است. حال زمان مناسبی برای پرسش از خصوصیات عملکردها و اصلاح آنها در صورت لزوم است. یک مطالعه مهندسی ارزش با آنالیز خصوصیات فنی و طراحی می تواند برای بهبود ارزش گزینه های جایگزین مشخص و پیشنهاد دهد.



۳- فاز طراحی نهایی (فاز دو)

در ضمن این فاز، جزئیات مشخصات طراحی، فرموله و برنامه ریزی ها انجام شده اند. تلاش مهندسی ارزش در این فاز معمولاً محدود به حذف جزئیات مرتبط با محدودیتهای غیرضروری و زائد است. معمولاً طراحی مجدد در این مرحله نمی تواند به صورت مؤثر و اقتصادی انجام گیرد، مگر اینکه پتانسیل صرفه جویی طول عمر محصول به اندازه کافی برای تعدیل هزینه ها بزرگ باشد.

۴- فاز ساخت و اجراء

در مرحله ساخت، مهندسی ارزش برای بازبینی مشخصات و نیازمندیهای قراردادی و سفارش در تغییرات به کار می رود. زمانی که تغییر در سفارشات تمایل افزایش هزینه های قرارداد دارد، آنگاه بایستی آنالیز ارزش را برای تسهیل در پیدا کردن راه حلهای با هزینه کمتر و جلوگیری از افزایش کارکرد غیر ضروری اعمال کرد.

در این مرحله با توجه به تجربیات پیمانکاران، می توان فرایند مهندسی ارزش را در قالب VECP انجام داد.

۵- فاز بهره برداری و نگهداری

مطالعه مهندسی ارزش در این بسیار نادر است و صرفه جویی چندانی در بر نخواهد داشت. نتایج مطالعه مهندسی ارزش در این فاز از صرفه جویی هزینه از طریق استفاده از مواد جدید فرآیند و یا طراحی، کاهش هزینه تعمیرات، صرفه جویی در انرژی و دیگر هزینه های بهره برداری است.

مطالعه موردی :

در این کارگاه، مطالعات مهندسی ارزش به درخواست پیمانکار و در مرحله ساخت و اجرا انجام پذیرفت. دلایل اصلی پیمانکار برای انجام مهندسی ارزش، هزینه و زمان زیاد اجرای پروژه عنوان شده است.





۶- برنامه کاری مهندسی ارزش

برنامه کاری کارگاه شامل مراحل ذیل است:

۶-۱- مرحله پیش مطالعه

این مرحله شامل اقداماتی از جمله :

۴- شناسایی و جمع آوری اطلاعات مورد نیاز برای پروژه مورد مطالعه.

۵- دریافت اطلاعات اولیه وضعیت موجود پروژه

۶- تهیه مدل هزینه.

۷- انتخاب اعضای تیم و تهیه اسباب مورد نیاز برای انجام و هدایت مطالعه.

۸- برنامه ریزی مطالعات و انتخاب پرسنل پشتیبانی.

۹- بازدید از محل پروژه.

۱۰- ارائه آموزشهای لازم به اعضا.

۱۱- تعریف اهداف و کارکرد آنها و مأموریت کارگاه.

مطالعه موردی:

الف- معرفی پروژه :

پروژه در دست مطالعه، زیرسازی یکی از خطوط اصلی راه آهن در داخل کشور می باشد. اعتبار اولیه پروژه معلوم و مدت قرارداد مشخص می باشد. براساس گزارش مشاور ، میزان پیشرفت فیزیکی کار ۶۱ درصد و میزان پیشرفت ریالی کار به ۴۸/۳ درصد برآورد شده است.

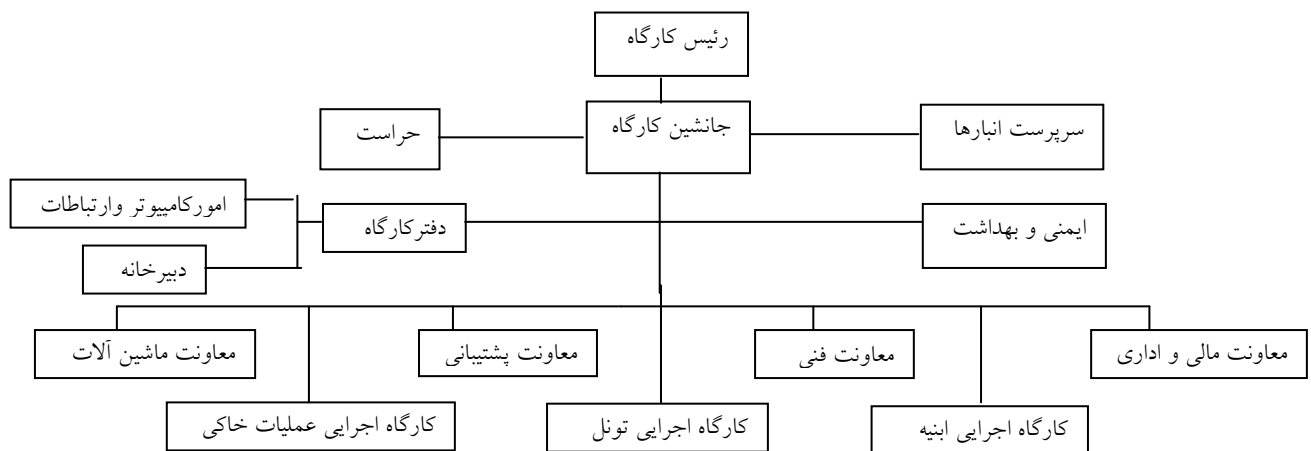




ب- نحوه شکل گیری پروژه:

در ابتدای کار پیمانکار اصلی مدیریت پروژه را بر عهده گرفته و اجرای پروژه را به سه پیمانکار ۲ و ۳ و ۴ واگذار نمود. پیمانکار ۲ به عنوان مجری بخش ابنیه فنی، پیمانکار ۳ به عنوان مجری بخش تونل و پیمانکار ۴ به عنوان مجری بخش عملیات خاکی پروژه فعالیت خود را زیر نظر پیمانکار اصلی آغاز نمودند. هر یک از این سه پیمانکار فرعی سرپرست کارگاه خود را منصوب و کارگاه مربوطه را تجهیز می نمودند و مدیریت مالی و سیاستگذاری پروژه توسط پیمانکار اصلی انجام می شود. لازم به ذکر است پیمانکاران ۲ و ۳ و ۴ زیر نظر پیمانکار اصلی فعالیت می کنند. بدلیل برخی مشکلات و در جهت رفع آنها تصمیم بر این شد که یکی از پیمانکاران فرعی بعنوان مجری پروژه انتخاب شده و دو پیمانکار فرعی دیگر به شکل پیمانکار دست دوم، زیر نظر پیمانکار اول مشغول بکار شوند و سیستم اجرایی و مدیریت پروژه از پیمانکار اصلی خارج و به پیمانکار انتخابی واگذار شود.

ساختار تشکیلاتی پیمانکار برای اجراء پروژه به شرح ذیل است:



نمودار: سازمان فعلی پروژه





پ- برنامه زمانی اجرای کارگاه مهندسی ارزش:

جدول ۲- برنامه زمانی کارگاه

تاریخ	شرح برنامه
روز اول	آشنایی اعضا تیم-ارائه برنامه کاری کارگاه-انتخاب مسئول کارگاه-گزارش اولیه پیشرفت پروژه-توجیه اعضای تیم به فرایند مهندسی ارزش
روز اول	تشریح برنامه کاری کارگاه
روز اول	گزارش پیشرفت پروژه و دریافت نقطه نظرات اعضا تیم مهندسی ارزش
روز اول	تهیه خلاصه طرح و مشخص کردن محدوده کاری ، معیارهای تصمیم گیری ، محدودیتها
روز اول	ادامه خلاصه طرح اولیه و مشخص کردن معیارهای طراحی
روز دوم	تشریح فاز تحلیل کارکرد -مشخص کردن کارکرد اجزاء
روز دوم	سازماندهی کارکردها - ترسیم دیاگرام FAST
روز دوم	تشریح فعالیتهای روز اول -
روز سوم	تشریح تئوریهای فاز خلاقیت -انجام کارگروهی ارائه ایده ها
روز سوم	غربال کردن اولیه ایده ها
روز سوم	ارزیابی ایده ها و استخراج ایده های مناسب
روز سوم	انتخاب ایده های مناسب و توصیه های پیشنهادی
روز چهارم	کارگروهی-تشریح روش SMART و ارزیابی مجدد ایده ها
روز چهارم	انتخاب ایده های مناسب برای ی-سط و توسعه -تقسیم اعضای گروه به دو مجموعه برای بسط و توسعه ایده ها
روز چهارم	ارائه گزارش هر کدام از سرگروهها
روز پنجم	تدوین و نهایی نمودن گزارش اعضا
روز پنجم	ارائه اولیه گزارش کارگاه
روز پنجم	اولویت بندی و نهایی کردن گزینه ها
روز پنجم	جلسه اختتامیه-ارائه گزارش نهایی کارگاه
روز ششم	برگزاری سمینار و ارائه نتایج کارگاه به مدیران ارشد و کلیدی

ت- بررسی مشکلات پروژه :

پیمانکار در گزارشی که برای کارگاه مهندسی ارزش ارائه کرده است ، نقاط ضعف و قدرت و فرصتها و تهدیدهای پیش روی خود را معرفی معرفی نموده بود. بهر حال کمبود شدید نقدینگی و عدم توان پرداخت بموقع بدهی ها یکی از بزرگترین مشکلات پیمانکار محسوب می شود.





ج-تعیین اهداف ، معیارها ، محدودیتها و محدوده مطالعه در کارگاه مهندسی ارزش

جدول ۳: اهداف، معیارها و محدودیتهای تعیین شده برای مطالعه

۱- اهداف	افزایش سود (هدف کلان) با عنایت به اهداف زیر
۱- بهبود شیوه های اجرا	
۲- بهبود سازمان پروژه	
۳- کاهش هزینه های پیمانکاری و افزایش درآمد پروژه (با حفظ کیفیت مطلوب کارفرما)	
۴- کاهش زمان اجرای پروژه (با حفظ کیفیت مطلوب کارفرما)	
۵- انتخاب بهترین محدوده قرارداد از باقیمانده پروژه	
۶- افزایش بهره وری امکانات و نیروی انسانی	
۷- دستیابی به روشهای بهینه مدیریت کار	
۲- معیارها	
۱- رعایت مفاد قرارداد	
۲- رضایتمندی کارفرما	
۳- رضایتمندی پیمانکار اصلی	
۴- توجه به حساسیتهای اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی منطقه	
۳- محدودیتها	
۱- محدودیت نقدینگی	
۲- قوانین و مقررات حاکم بر سازمان و پروژه	
۳- محدودیت سقف ریالی قرارداد	
۴- محدوده مطالعه	
میسر ابلانگی موجود	
۵- محدوده خارج از مطالعه	
تغییر مسیر فعلی	

۶-۲- مرحله مطالعه اصلی

۶-۲-۱- فاز اطلاعات

- ۱- جمع آوری، تحلیل، تأیید، آزمایش، به روز کردن و انتخاب اطلاعات مورد نیاز
- ۲- تعیین حدود یا دامنه مطالعه
- ۳- تعیین نتایج مورد انتظار از مطالعه مهندسی ارزش به کمک کارفرما
- ۴- جمع آوری اطلاعات موجود مرتبط با تکنولوژی درگیر و آخرین توسعه تکنولوژی های مرتبط با موضوع
- ۵- تنظیم اطلاعات در قالب ویژه (نمودارها، جداول و ...)
- ۶- انتقال اطلاعات بین اعضای تیم
- ۷- تعیین هزینه ها (حجم کار انجام شده و بررسی چگونگی صرف هزینه در پروژه)





مطالعه موردی:

در فاز اطلاعات جزئیات هزینه های صرف شده توسط پیمانکار، ساختار شکست هزینه ، درصد سود و زیان پیمانکار در حد سنجش، و سایر ارقام و آمار وضعیت پیشرفت مالی و فیزیکی پروژه به کارگاه ارائه گردید. با دقت در هزینه ها و پیشرفت فیزیکی کار ، مشاهده می شود که می بایست برای کاهش هزینه ها تمهیدات لازم اتخاذ شود لذا هدف اصلی کارگاه مهندسی ارزش ، افزایش سود پیمانکار مقرر گردید.

۶-۲-۲- فاز تحلیل کارکرد:

این فاز یکی از مهمترین بخشهای مهندسی ارزش بشمار می رود. در این فاز اقدامات زیر انجام خواهد شد:

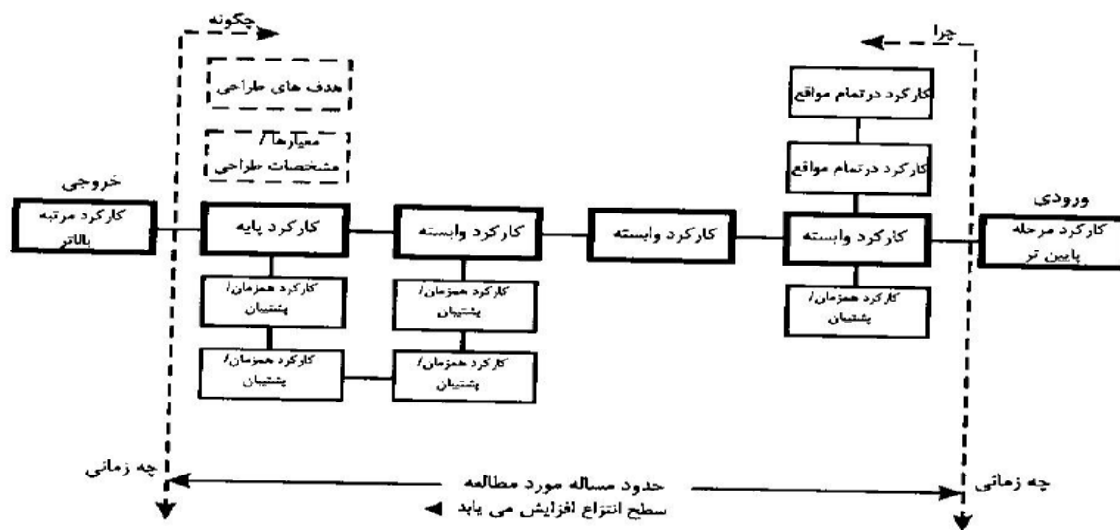
۱-شناسایی و تعریف کارکرد پروژه با استفاده از فعل معلوم و اسم قابل اندازه گیری ۲-طبقه بندی کارکردها بر مبنای اولیه و ثانویه ۳-طراحی یک مدل کارکردی ۴-ترسیم دیاگرام FAST ۵-اندازه گیری کارکردها ۶-درجه بندی کارکردها ۷-تعیین بهای کارکرد ۸-مقایسه هزینه با بهای کارکرد برای تعیین پتانسیل عدم تناسب ارزش و پتانسیل های بخشهایی که بهترین فرصت بهبود را دارند. ۹-انتخاب کارکرد های مناسب برای مرحله خلاقیت

نمودار FAST:

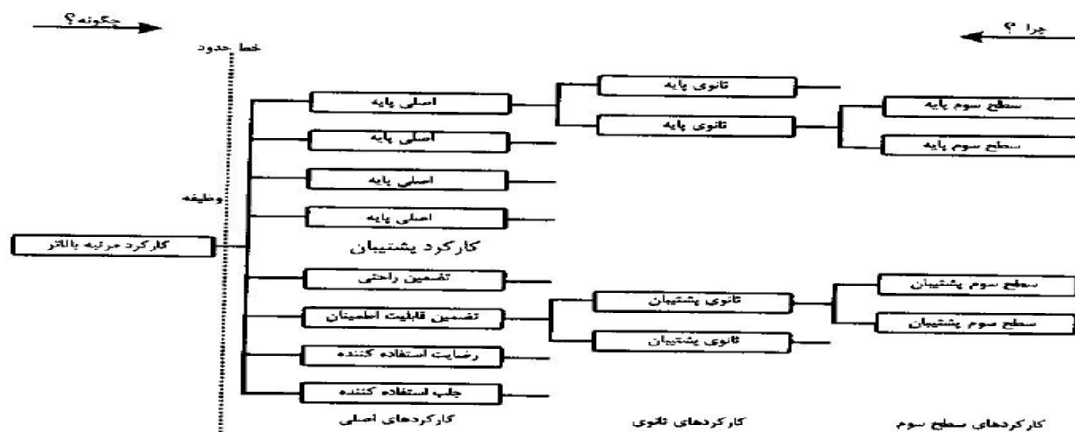
نمودار FAST در سال ۱۹۶۵ توسط بایت وی به فرآیند مهندسی ارزش افزوده شد. اصولاً نمودار FAST به بهبود ارتباطات و ایجاد انگیزش یاری می رساند ، هدف دار است، رویکردی جهت ارتباط کارکرد های مرتبه بالا(نیاز یا هدف) و کارکرد های مرتبه پایین تر است. روش سیستمی تحلیل کارکرد از پرسشهای چگونه برای برانگیختن تفکر خلاقانه و در نتیجه بدست آوردن گزینه های مورد نیاز استفاده می کند. نمودار FAST در دو نوع بسیار متداول مورد استفاده قرار می گیرد.

FAST با گرایش فنی (نمودار ۲) FAST با گرایش مشتری مدار (نمودار ۳)





نمودار ۲- نمودار FAST با گرایش فنی



نمودار ۳- نمودار FAST با گرایش مشتری مدار

مطالعه موردی:

در این فاز اجزاء پروژه شناسایی و کارکردهای مربوط به آن را تعیین شد. (جدول شماره ۴) در نهایت نمودار FAST پروژه ترسیم گردید. (نمودار ۴)

کارکردهای تعیین شده در اولین مرحله کار بر اساس وظایف هر یک از بخشهای پروژه و پیمانکار تهیه شده است. به عبارت روشنتر نمودار ترسیم شده، یک FAST وظیفه ای با قالب فنی می باشد. این دیاگرام و کارکردهای تعیین شده برای آن، قادر نبود که کارگاه را برای شناسایی کارکردهای اصلی و کارکردهای با ارزش پایین یاری رساند لذا اعضای تیم کارگاه اقدام به تعیین مجدد کارکردها، اجزاء (جدول ۵) و ترسیم FAST با گرایش فنی (نمودار ۵) نمودند.





جدول ۴: تعیین کارکردها – اجزاء اولیه

تعیین کارکرها – اجزاء :						
نام پروژه :			تاریخ :			
دستگاه مجری :						
ردیف	اجزاء پروژه	هزینه(ریال)	کارکرد(ها)			نوع کارکرد
			فعل	اسم	توضیحات	
۱	دفتر مرکزی		پشتیبانی	مالی فنی تدارکاتی	پشتیبانی	
			برنامه ریزی	تدارکاتی مالی		
۲	مجموعه کارگاه		اجرای	عملیات	پروژه اصلی	
۳	کارگاه تونل		اجرای عملیات	تونل ها		
۴	کارگاه ابنیه		اجرای عملیات	پل ها و ابنیه		
۵	کارگاه عملیات خاکی		اجرای عملیات	خاکی		

جدول ۵: تعیین کارکردها – اجزاء نهایی

تعیین کارکرها – اجزاء :						
نام پروژه :			تاریخ :			
دستگاه مجری :						
ردیف	شرح فعالیت	هزینه(ریال)	کارکرد(ها)			نوع
			فعل	اسم	توضیحات	
۱	ساخت ابنیه		برقراری	ارتباط		اصلی
			امکان عبور از	موانع مسیر		
۲	اجرای تونل		برقرار کردن	ارتباط	از داخل مانع	
			احداث ایجاد	پل مسیر		
۳	اجرای پل		برقرار کردن ایجاد	ارتباط مسیر	از روی مانع	
۴	خاکریزی		رسیدن به ایجاد	مقدار لازم مسیر		
۵	خاکبرداری(نقشه برداری)		رسیدن به ایجاد	سطح لازم مسیر		
۶	دفتر مرکزی		تجهیز کردن	کارگاه		





۶-۲-۳- فاز خلاقیت :

هدف از این فاز، توسعه کمی ایده ها (تولید ایده های فراوان) برای دستیابی به هر یک از کارکردها است. در این فاز تیم می بایستی به این سوال پاسخ دهد: با چه روش دیگری می توان به کارکرد مورد نظر رسید؟

داوری در مورد|هریک از ایده ها تا فاز بعدی به تعویق انداخته می شود. هر چه در روند این فاز ایده ها و راه کارهای بیشتری ارائه گردد، احتمال بیشتری برای توسعه راه حل های بهتر و برجسته تر بوجود می آید. روش های تولید اندیشه که در این فاز بکار گرفته می شود عبارتند از:

- ۱- طوفان فکری
- ۲- روش گوردون
- ۳- روش فهرست کنترلی
- ۴- روش تحلیل ریخت شناسی
- ۵- روش فهرست توصیفها

مطالعه موردی:

در این مرحله اعضای تیم بصورت بسیار مؤثر و فعال حاضر شده و طی فرایند طوفان فکری که حدود نیم روز به طول انجامید جمعاً ۱۶۱ ایده که موضوعات گسترده ایی را شامل می شد تولید نمودند. در این مرحله هر عضو تیم ایده های خود را در کاربرگ های ویژه ای نوشته و در تابلوهای که به این منظور تهیه شده بود، نصب می شود.

پس از جمع آوری کلیه ایده ها ، ایده های بدست آمده ، تک به تک وارد سیستم رایانه ای متصل به سیستم ویدئو پروژکتور سالن که قابل رؤیت توسط تمامی اعضای تیم بوده ، می شد. در نهایت ایده ها توسط کارشناسان ارزش قرائت و ایده ها از نظر اینکه در کدام رده قرار دارد دسته بندی انجام پذیرفت. از ۱۶۱ ایده بدست آمده ، ۵۷ ایده به عنوان توصیه (از نظر اجرایی امکان ناپذیر بوده و یا از محدوده کارگاه و پیمانکار خارج می باشد) و ۴۲ ایده به عنوان ایده قابل بررسی و ارزیابی و ۶۲ ایده حذف گردیدند (به علت تکراری بودن، غیر واقعی بودن و یا غیر ممکن بودن). در جدول ۶ تعداد ایده های تولیدی، درصد حذف، درصد قبولی توصیه ای آورده شده است.

جدول ۶: وضعیت ایده های تولید شده

ردیف	ایده های تولیدی	ایده های حذف شده	ایده های توصیه ای	ایده های قابل بررسی
تعداد	۱۶۱	۶۰	۵۹	۴۲
درصد	٪۱۰۰	٪۳۸	٪۳۵	٪۲۷

با نگاهی مجدد به ایده ها می توان ایده ها را از نظر ماهیت نیز دسته بندی کرد. در جدول ۷ ایده ها بر اساس جداول ۳ و ۴ یعنی تعیین کارکرد اجزاء تقسیم بندی شده است.





جدول ۷: دسته بندی ایده ها

ردیف	تعداد کل	پشتیبانی تدارکاتی	پشتیبانی مالی	پشتیبانی مدیریتی و فنی	اجرای تونل	اجرای ابنیه	اجرای خاکی	تغییر و اصلاح مسیر و مشخصات
۱	۱۶۱	۲۱	۱۳	۹۸	۱۱	۵	۲	۸
۳	۵۹	۵۲	۵۱	۴۴	-	-	۱	۵
۵	۴۲	۶	۲	۲۵	۴	۴	۱	-
۷	۶۰	۱۳	۶	۲۹	۷	۱	۰	۳
توضیحات								
	-	شامل ماشین آلات، مصالح مدیریت و تدارکات	شامل سرمایه گذاری و حسابداری و پرداخت	شامل شیوه های اجرا، قرارداد، پرسنلی و مدیریتی	شامل روشهای اجرا	شامل روشهای اجرا	شامل روشهای اجرای و حمل و نقل	اصلاح مسیر، تغییر مسیر، تغییر مشخصات

۶-۲-۴- فاز ارزیابی :

در خلال فاز ارزیابی، ایده های تولید شده در فاز قبل آنالیز شده و ایده های مناسب برای بسط بیشتر انتخاب می شود. در این فاز اقدامات زیر انجام می پذیرد:

۱- دسته بندی ایده ها ۲- حذف ایده های پرت ۳- اولویت بندی ایده ها ۴- ارزیابی و امتیاز دهی به ایده ها ۵- گزینش ایده های ارجعتر برای توسعه بیشتر
اصولاً در دسته بندی ایده ها، ایده های توصیه شده براساس ماهیت به چهارگروه زیر تقسیم می شوند:

- ۱- ایده هایی که کاهش هزینه به همراه دارند.
- ۲- ایده هایی که کاهش هزینه را به همراه ندارند.
- ۳- ایده هایی که کارایی پروژه را بهتر می کنند.
- ۴- ایده هایی که هزینه را افزایش می دهند ولی ارزش پروژه را در کل بهتر می کنند.

همچنین برای امتیاز دهی و گزینش ایده ها می توان از روشهای زیر با توجه به وضعیت و آمادگی تیم بهره گیری کرد:

- ۱- تصمیم رهبر ۲- تصمیم رهبر همراه با بحث و بررسی ۳- تصمیم اکثریت ۴- رأی دادن همراه با بحث و بررسی ۵- اتفاق نظر ۶- ماتریس وزنی ۷- روش دلفی ۸- روش تحلیل سلسله مراتبی





مطالعه موردی:

پس از دسته بندی ایده ها در این مرحله به ارزیابی ایده های قابل بررسی پرداخته خواهد شد. در جدول ۱۰، فهرست ایده های قابل ارزیابی این فاز لیست شده است. تیم مهندسی ارزش در این فاز، ابتدا به مرور ایده ها پرداخت. نتیجه این بازنگری تبدیل ۱۵ ایده و ادغام ۳ ایده ها با یکدیگر بود. پس از توافق بر روی ایده های باقی مانده ، با استفاده از روش ارزیابی ماتریس موزون ، ایده های نهایی براساس سه مقیاس A : عالی B : خوب و C : متوسط و با شیوه رأی گیری مورد سنجش قرار گرفت. پس از رأی گیری ۹ ایده نمره A، یک ایده نمره B⁺، ۷ ایده نمره B و ۷ ایده نمره C کسب نمودند. در نهایت گروه تصمیم گرفت ۹ ایده که نمره A را کسب کرده اند را به منظور توسعه و بررسی بیشتر حفظ کند. در جدول ۱۲ لیست ایده های نهایی مشاهده می شود. و در جدول ۱۲، دسته بندی ۹ ایده نهایی براساس جدول ۸ مشاهده می شود.

جدول ۸ : دسته بندی ایده های نهایی

ردیف	جمع کل	پشتیبانی تدارکاتی	پشتیبانی نی مالی	پشتیبانی مدیریتی و فنی	اجرای تونل	اجرای ابنیه	اجرای خاکی	تغییر و اصلاح مسیر و مشخصات
۱	۹	۲	-	۳	۲	۲	-	-

۶-۲-۵- فاز توسعه :

هدف از فاز توسعه ، مهیا کردن بهترین گزینه برای بهبود ارزش ایده های انتخاب شده در فاز قبل است. در این فاز به ارزیابی کامل راهکارهای باقیمانده پرداخته و جزئیات ویژه ای همچون هزینه کارفرمایی، امکان اجرا ، اثر آن به دیگر بخشهای پروژه مورد بررسی قرار می گیرد. به طور کلی در این فاز می بایستی برای هر گزینه ای که از فاز قبلی توصیه شده است ، اطلاعات زیر مهیا گردد:

- ۱- داده های هزینه و عملکرد، که نشان دهنده اختلاف بین طرح اولیه (قبلی) و طرح پیشنهادی شده باشد.
 - ۲- مقایسه هزینه عملکرد طول عمر شامل هزینه عملیات ، هزینه سرمایه گذاری ، هزینه بهره برداری و ..
 - ۳- توصیف و شرح طراحی قبلی گزینه های پیشنهاد شده
 - ۴- برنامه اثرات و بازخور داده های فنی
- در راستای این فاز ، گروه می بایست برای هر پیشنهاد ، دوره بازگشت را تعیین کنند. همچنین گروه با ارزیابی ریسک های مورد انتظار به نسبت سود مورد انتظار، یک تحلیل سود و ریسک به عمل آورند.





مطالعه موردی:

در این مرحله ایده های حاصل از ارزیابی نهایی جهت بسط و توسعه و مفهوم سازی در دو گروه براساس ماهیت تقسیم و در اختیار دو تیم از بدنه اصلی کارگاه قرار گرفت. گروه های در نظر گرفته شده برای واگذاری مسئولیت شامل ایده های مرتبط، بهبود ساختار و نظام مدیریت پروژه می باشد. در انتهای کار بار دیگر اعضای تیم بر اساس میزان صرفه جویی در زمان و هزینه، ایده ها را ارزیابی و اولویت بندی نمودند. ملاک ارزیابی براساس مقیاس دو گزینه ای می باشد. نتیجه ارزیابی حاکی از آن است که پنج گزینه نمره A، دو گزینه نمره B اخذ کرده و نتیجه یکی از گزینه ها به علت حجم بالای کار مورد نیاز، به پس از کارگاه موکول گردیده. همچنین برای یک گزینه امکان محاسبه زمان و هزینه صرفه جویی ممکن نشد. لازم به توضیح است که نمره A «احتمال پذیرش پیشنهاد توسط مدیریت یا کارفرما» و نمره B «قابلیت اجرا» می باشد.

۲-۶- فاز ارائه :

هدف از فاز ارائه، دستیابی به توافق و ایجاد تعهد برای طراح و کارفرمای پروژه برای اقدام به اجرای پیشنهاد است. به عبارت دیگر، این مرحله برای نشان دادن زمینه های بلقوه موجود برای افزایش کلی ارزش در پروژه و تک تک پیشنهادها، توصیه ها و شرایط اجرایی پیشنهاد و گروه ارزش، برای تأیید و تصمیم گیری نهایی در زمینه اجرا، به اطلاع طرفهای ذینفع رسانده می شود. گروه باید مدیران کلیدی و لازم برای حضور در جلسه ارائه پیشنهادها را شناسایی و دعوت کند. ارائه کردن نتایج باید مشخص، قابل اندازه گیری و دستیابی در چهارچوب برنامه زمان بندی و به عبارت دیگر «موجز و مؤثر» باشد. موارد زیر باید در ارائه پیشنهاد منظور گردد:

- ۱- معیارهای انتخاب
- ۲- تحلیل هزینه چرخه عمر مفید
- ۳- پیآمدهای غیرمالی
- ۴- شرایط اجرا (شامل طراحی مجدد، مطالعات اضافی، تأیید تدارکات، اعتبار سنجی، تاخیرات و...)

مطالعه موردی:

در انتهای کار، با برگزاری یک سمینار با حضور مقامات رده بالای سازمان پیمانکار تشکیل و نتایج کارگاه تشریح گردید.





۳-۶- مرحلهٔ فرا مطالعه :

هدف از این بخش (گاهی به عنوان مرحلهٔ اجرا نیز نامیده می شود.) اجرای توصیه هایی است که به عنوان پیشنهاد مهندسی ارزش مورد تأیید قرار گرفته و در زمانبندی طرح نهایی لحاظ می شود. در این فاز ، نظریه ها می توانند اجرائی تر شوند. نخستین گام در برنامه اجرایی ، شناسایی افراد مسئول برای اجرا است. پیگیری اجرا ، از مهمترین موارد مرحلهٔ فرامطالعه می باشد. چرا که در بازار رقابت امروز ، کارشناسان ارزش مجبور می باشند. پیشنهادهای ارزش حاصل از مطالعهٔ ارزش را پی گیری کنند. در اینجا است که تمام قابلیت‌های پروژه مجدداً به صورت یک فهرست در دسترس قرار می گیرد.

۷- نتیجه گیری:

در این کارگاه ۵ روزه نهایتاً ۹ گزینه به عنوان پیشنهاد اعضای تیم مهندسی ارزش به پیمانکار تقدیم شد. این پیشنهادات در کل باعث ایجاد پتانسیل صرفه جویی نزدیک به ۶ درصد در مبلغ اجرای پیمان می شود. این درصد با توجه به اینکه پروژه در مراحل اجرایی قرار داشته است با توجه به شکل شماره ۱، درصد قابل قبول و قابل توجهی محسوب می شود چرا که در این مرحله هر گونه تغییر در اقلام یا روشها و یا فعالیتها بسیار دشوار و با ریسک بالا می باشد.

نکته جالب توجهی که در این کارگاه حاصل شده است دستیابی به نسبت ۵۵ به ۱ میزان صرفه جویی به هزینه های کارگاه مهندسی ارزش می باشد.

با مراجعه به جداول شماره ۷ و ۸ و تبدیل ارقام موجود در آن برحسب درصد از کل به جدول ۹ می رسیم.

جدول ۹: درصد ایده های حذف و توسعه و تولید شده

ردیف	پشتیبانی تدارکاتی	پشتیبانی مالی	پشتیبانی مدیریتی و فنی	اجرای تونل	اجرای ابنیه	اجرای خاکی	تغییر و اصلاح مسیر و مشخصات
۱	ایده های تولید شده (فاز خلاقیت)	۱۳٪	۸٪	۶۰٪	۶٪	۳٪	۴٪
۲	توصیه ها	۳٪	۸٪	۷۴٪	۰٪	۱٪	۸٪
۳	ایده های قابل بررسی (فاز ارزیابی)	۱۴٪	۴٪	۵۹٪	۹٪	۲٪	۰٪
۴	ایده های حذف شده	۲۱٪	۱۰٪	۴۸٪	۱۱٪	۱٪	۵٪
۵	ایده های نهایی	۲۲٪	۰٪	۳۳٪	۲۲٪	۲۲٪	۰٪





همانطور که در این جدول مشاهده می شود فراوانی ایده های مربوط به پشتیبانی تدارکاتی، فنی و مدیریتی ۵۵ درصد از کل ایده ها به عنوان بزرگترین دغدغه فکری اعضای کارگاه محسوب شده است و ایده های مربوط به اجرای تونل و ابنیه ۴۴ درصد را به خود اختصاص داده است. به نظر می رسد اگر اعضای تیم ترکیب دیگری داشتند این مقادیر به نحو دیگر به دست می آمد. بنابراین باید در انتخاب اعضای تیم دقت شود و با توجه به حساسیت های کارفرما انتخاب شوند.

بطور کلی این کار گاه علاوه بر کاهش هزینه های پروژه ، به دستاوردهای ذیل نیز نایل آمد:

- ۱- آموزش چگونگی اجرای مهندسی ارزش
- ۲- جلب مشارکت و همکاری کلیه اعضای تیم
- ۳- ارتقاء و یکسان سازی دانش اعضای تیم
- ۴- زمینه سازی برای اجرای توصیه ها

منابع و مراجع

۱. مایکل تیری-ترجمه شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس-"مدیریت ارزش"-انتشارات شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس-تهران-۱۳۸۳
۲. اس.اس.آیر- ترجمه محمد سعید جبل عاملی-علیرضا میرمحمد صادقی-"مهندسی ارزش"-انتشارات فرات- پاییز ۱۳۸۱

3. ALPHONSE DELL'ISOLA,PE-"VALUE ENGINEERING PRACTICAL APPLICATION FOR DESIGN, CONSTRUCTION,MAINTENANCE & OPERATIONS "-R.S.MEANS COMPANY –USA-1997
4. DENNY MCGEORGE-ANGELA PALMER-"CONSTRUCTION MANAGEMENT –NEW DIRECTIONS"-BLACKWELL SCIENCE-SECOND EDITION-2002

