



آشنایی با مهندسی ارزش

تهیه و تنظیم:

معاونت آموزشی

پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی

سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

آشنایی با مهندسی ارزش

نویسنده:

داودرضا عرب

مهدی رجبی هاشجین

حمید پشتوان

نیما جهدی



استاداری مرکزی
معاونت امور عمرانی
دفتر امور شهری و شوراهای

وزارت کشور



سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور
پرونده مدیریت شهری و روستایی



پرونده فرهنگ، هنر و معارف



شهرداری کرمان

سری منابع آموزشی شهرداریها

عنوان و نام پدیدآور: آشنایی با مهندسی ارزش / نویسنده داودرضا عرب... [و دیگران]؛ مجری استانداری مرکزی، شهرداری کرمان، پژوهشکده فرهنگ، هنر و معماری جهاد دانشگاهی؛ تهیه و تنظیم پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور.

مشخصات نشر: تهران: راه‌دان: سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور، ۱۳۹۰.

مشخصات ظاهری: د، ۱۳۲ص.؛ +مصور، جدول، نمودار.

فروست: ... سری مجموعه منابع آموزشی شهرداری‌ها.

شابک: +۳۰۰۰۰ ریال.؛ +۵-۴۶-۵۹۵۰-۶۰۰-۷۷۸

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

یادداشت: نویسنده داودرضا عرب، مهدی رجبی هاشجین، حمید پشتوان، نیما جهدی.

یادداشت: کتابنامه: ص. ۱۲۷.

موضوع: مهندسی ارزش (کنترل هزینه)

شناسه افزوده: عرب، داودرضا، ۱۳۴۲ -

شناسه افزوده: سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور. پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی

شناسه افزوده: سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور

شناسه افزوده: استانداری مرکزی

شناسه افزوده: شهرداری کرمان

شناسه افزوده: جهاد دانشگاهی. پژوهشکده فرهنگ، هنر و معماری

رده بندی کنگره: TS ۱۶۸/۱۵ ۱۳۹۰

رده بندی دیویی: ۶۵۸/۱۵۵۲

شماره کتابشناسی ملی: ۲۴۵۰۲۲۳

عنوان: آشنایی با مهندسی ارزش

ناشر: انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور

تهیه و تنظیم: معاونت آموزشی پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی

مجری: استانداری مرکزی - شهرداری کرمان - پژوهشکده فرهنگ، هنر و معماری جهاد دانشگاهی

مدیر پروژه: هوشنگ بازوند، حسین رجب صلاحی

ناظر پروژه: کیومرث محمودی، سیامک سلیمانی، جواد نیکنام

نویسنده: داودرضا عرب، مهدی رجبی هاشجین، حمید پشتوان، نیما جهدی

ویراستار: تهمینه فتح‌اللهی

شمارگان: ۳۰۰۰ نسخه

تاریخ چاپ: تابستان ۱۳۹۰

شابک: ۵-۴۶-۵۹۵۰-۶۰۰-۹۷۸

حق چاپ و نشر برای انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور محفوظ است

پیشگفتار

گسترش شهرنشینی و مسائل و مشکلات خاص زندگی شهری، بیش از پیش ضرورت توجه همه جانبه به راهبردهای سودمند برای بهینه سازی زندگی ساکنان شهرها را لازم ساخته است. در میان عوامل تاثیرگذار در شهرها مانند محیط زیست شهری، حمل و نقل شهری، ایمنی شهری و برنامه ریزی شهری، یک عامل بسیار مهم که تاثیر فزاینده و تعیین کننده ای بر دیگر عوامل سازنده زندگی شهری دارد، مدیریت شهری است. هر فعالیت اجتماعی بدون وجود مدیریت سازمان یافته که اهداف و ابزارهای رسیدن به آنها را مشخص کند و فعالیتها را هماهنگ سازد - از هم می پاشد و به بی نظمی می گراید. شهرها نیز که پیچیده ترین و متنوع ترین جلوه های زندگی اجتماعی بشری را در خود دارند بدون وجود نظام مدیریت شهری که ضمن انجام برنامه ریزی های لازم برای رشد و توسعه آینده شهر به مقابله با مسائل و مشکلات کنونی آنها بپردازد بی سامان می گردند.

در نظریه های جدید مدیریت، به بالاترین سازمان از نظر کیفیت، سازمان متعالی می گویند. یک سازمان زمانی متعالی است که تمام اعضا به ماهیت ذاتی و درونی روابط خود اهمیت دهند، بدین معنا که هر فردی برای کارایی بیشتر از هیچ کوششی دریغ نرزد. در خلاف یک رابطه متقابل خشک و رسمی که در آن طرفین به چگونگی تقسیم منافع علاقمندی نشان می دهند، اعضا یک سازمان متعالی و برتر بیشتر مایل اند بدانند چگونه هر یک از آنان می توانند نفع بیشتری به سازمان ارائه دهند، افزون بر این، تمامی اعضا سازمان به این موضوع علاقمندند که چگونه می توانند برای افراد خارج از سازمان نیز مثر ثمر باشند.

نظام مدیریت شهری نیز می باید به جایگاه متعالی خود برای خدمات رسانی بهتر به منظور رضایتمندی هر چه بیشتر شهروندان کشور دست یابد. مهمترین راه برای رسیدن به این هدف برای نظام مدیریت شهری دست یابی به جریان دانش و اطلاعات بهتر در جهت اخذ تصمیم مناسب و کاهش خطاها در تصمیم گیری و اجرا می باشد. داشتن دانش و اطلاعات از عدم قطعیت در روند تصمیم گیری ها می کاهد. مهمترین ابزار دست یابی به اطلاعات در جهان امروز متون نوشتاری یا الکترونیک می باشد که اگر حاصل تلفیق علم و عمل باشند تاثیرگذاری آن به مراتب بر مخاطبین بیشتر خواهد بود. به منظور انتشار دست آوردهای جدید علمی و عملی در زمینه های مختلف مدیریت شهری پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی سازمان شهرداریها و دهیاری های کشور با همکاری دفتر امور شهری و شوراهای استانداری مرکزی اقدام به انتشار کتب آموزشی ای با عناوین زیر نموده است تاگامی هر چند

کوچک در ارتقاء سطح علمی شهرداری ها کشور برداشته شده باشد .

۱- آشنایی با مهندسی ارزش .

۲- اصول و مبانی مدیریت خدمات شهری در شهرداری .

۳- مدیریت حمل و نقل شهری .

۴- آشنایی با وظایف و اختیارات شهردار و نحوه انتخاب و شرایط احراز شهردار .

۵- تنظیم و صدور شناسنامه ساختمانی .

کتاب حاضر با عنوان آشنایی با مهندسی ارزش در دو فصل تهیه شده است . فصول این کتاب عبارتند از : فصل اول : کلیات شامل : تاریخچه تکامل و توسعه مهندسی ارزش و مهندسی ارزش و حل مسائل پیچیده و فصل دوم با عنوان برنامه کار مهندسی ارزش شامل تعاریف ، روش شناسی مطالعه ، زمان متناسب و مدت زمان انجام مهندسی ارزش و بررسی نمونه های موردی مطالعات مهندسی ارزش می باشد .

در پایان از همکاری صمیمانه آقایان هوشنگ بازوند معاون امور عمرانی استانداری مرکزی ، حسین رجب صلاحی معاون آموزشی پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی سازمان شهرداری ها و دهیاری کشور ، کیومرث محمودی مدیرکل اسبق دفتر امور شهری و شوراهای استانداری مرکزی ، سیامک سلیمانی سرپرست دفتر امور شهری و شوراهای استانداری مرکزی ، شهرداری کرمان و پژوهشکده فرهنگ ، هنر و معماری جهاد دانشگاهی که در تهیه ، تدوین و نشر این کتاب تلاش فراوانی نمودند نهایت تقدیر و تشکر به عمل می آید .

محمد رضا بمانیان

رئیس پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی

سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور

علی اکبر شعبانی فرد

استاندار مرکزی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
أ.....	پیشگفتار
۱.....	فصل اول: کلیات
۲.....	اهداف
۳.....	مقدمه
۵.....	۱-۱. تاریخچه تکامل و توسعه مهندسی ارزش
۶.....	۱-۱-۱. پیدایش مهندسی ارزش
۸.....	۱-۱-۲. دوره شکوفایی مهندسی ارزش
۱۰.....	۱-۱-۳. دوره تکامل مهندسی ارزش
۱۱.....	۱-۱-۴. مهندسی ارزش در ایران
۱۲.....	۲-۱. مهندسی ارزش و حل مسائل پیچیده
۱۵.....	۳-۱. اثرات مهندسی ارزش
۱۸.....	۴-۱. کاربردهای مهندسی ارزش
۲۲.....	خلاصه
۲۳.....	خودآزمایی
۲۳.....	فصل دوم: برنامه کار مهندسی ارزش
۲۵.....	اهداف
۲۶.....	۱-۲. تعاریف
۲۷.....	۲-۲. روش‌شناسی مطالعه
۳۱.....	۱-۲-۲. مرحله پیش مطالعه
۳۹.....	۲-۲-۲. مطالعه یا کارگاه اصلی
۳۹.....	۱-۲-۲-۲. فاز اطلاعات
۴۰.....	۲-۲-۲-۲. فاز تحلیل کارکرد
۴۶.....	۳-۲-۲-۲. فاز خلاقیت

۴۷.....	۲-۲-۴. فاز ارزیابی (قضاوت).....
۴۹.....	۲-۲-۵. فاز توسعه
۵۳.....	۲-۲-۶. فاز ارائه
۵۵.....	۲-۳. مطالعه تکمیلی
۵۶.....	۲-۳. زمان مناسب و مدت زمان انجام مطالعات مهندسی ارزش
۵۸.....	۲-۴. نمونه مطالعه فرضی مهندسی ارزش - پروژه پیاده‌روسازی
۶۳.....	۲-۴-۱. برنامه کار مطالعه مهندسی ارزش
۶۳.....	۲-۴-۱-۱. پیش مطالعه
۷۰.....	۲-۵. مطالعه مهندسی ارزش عوارضی تهران - کرج
۷۰.....	۲-۵-۱. فاز اطلاعات
۷۲.....	۲-۵-۲. تحلیل کارکرد
۷۳.....	۲-۵-۳. فاز خلاقیت
۷۵.....	۲-۵-۴. فاز ارزیابی، توسعه و ارائه
۷۷.....	خلاصه
۷۸.....	خودآزمایی
۸۰.....	پیوست
۸۱.....	پ-۱. نمودار سیستمی تحلیل کارکرد
۸۱.....	پ-۱-۱. مقدمه
۸۱.....	پ-۱-۲. انواع نمودار سیستمی تحلیل کارکرد
۸۳.....	پ-۱-۳. ترسیم نمودار سیستمی تحلیل کارکرد
۸۴.....	پ-۱-۴. نمونه‌هایی از نمودار سیستمی تحلیل کارکرد
۸۸.....	پ-۲. فنون خلاقیت
۸۸.....	پ-۲-۱. توفان فکری
۸۹.....	پ-۲-۲. روش گوردون
۸۹.....	پ-۲-۳. فهرست کنترل
۸۹.....	پ-۲-۴. تحلیل مورفولوژیکی

- پ-۲-۵. فهرست کردن خصوصیات ۹۰
- پ-۳. فنون ارزیابی ۹۰
- پ-۳-۱. ارزیابی به کمک روش دلفی ۹۰
- پ-۳-۲. روش مارتین تیت ۹۲
- پ-۳-۳. ارزیابی به روش تحلیل سلسله مراتبی ۹۷
- پ-۳-۳-۱. تاریخچه ۹۷
- پ-۳-۳-۲. مبانی اصلی ۹۸
- پ-۳-۳-۳. مراحل ارزیابی ۹۹
- پ-۳-۳-۴. تشکیل ماتریس‌های مقایسه گزینه‌ها بر مبنای معیارها و زیر معیارها ۱۰۲
- پ-۳-۳-۵. تعیین وزن معیارها و اولویت‌بندی گزینه‌ها ۱۰۲
- پ-۴. ویژگی‌های تسهیل‌گر ۱۰۴
- پ-۵. تحلیل هزینه طول عمر ۱۰۵
- پ-۵-۱. روش‌شناسی تحلیل هزینه طول عمر ۱۰۷
- پ-۵-۲. مثال تحلیل هزینه طول عمر ۱۰۷
- پ-۶. پرسش‌های متداول درباره مهندسی ارزش ۱۱۰
- پ-۷. کاربرگ‌های مورد استفاده جهت انجام مطالعات مهندسی ارزش ۱۱۶
- پ-۷-۱. کاربرگ درخواست انجام مطالعه مهندسی ارزش ۱۱۶
- پ-۷-۲. کاربرگ مشخصات عمومی پروژه ۱۲۰
- پ-۷-۳. کاربرگ معرفی اعضای تیم مطالعه مهندسی ارزش ۱۲۲
- پ-۷-۴. کاربرگ مشخصات منابع اطلاعاتی پروژه ۱۲۵
- پ-۷-۵. کاربرگ دسته‌بندی مستندات مرتبط با پروژه ۱۲۷
- پ-۷-۶. کاربرگ برنامه زمانی مطالعات مهندسی ارزش ۱۲۹
- پ-۷-۷. کاربرگ برنامه زمانی حضور اعضای تیم مطالعه مهندسی ارزش در کارگاه‌ها ۱۳۱
- پ-۷-۸. کاربرگ مدل هزینه ۱۳۳
- پ-۷-۹. کاربرگ مدل "کارکرد- هزینه- بها" ۱۳۵
- پ-۷-۱۰. کاربرگ ثبت فهرست ایده‌های طرح شده در مرحله خلاقیت ۱۳۶

پ-۷-۱۱. کاربرد اطلاعات تکمیلی ۱۳۷

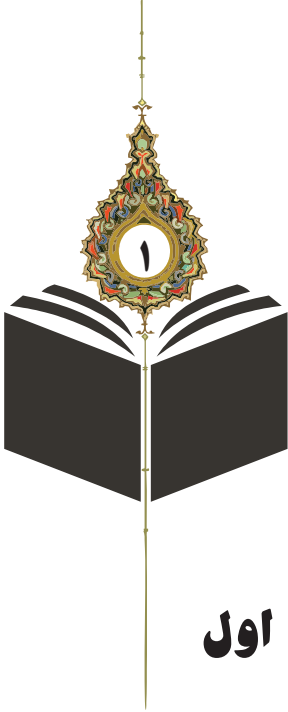
پ-۷-۱۲. کاربرد اطلاعات تکمیلی مرحله توسعه ۱۳۸

فهرست منابع و مراجع ۱۴۳

فهرست جداول و اشکال

عنوان	صفحه
جدول شماره ۱-۱: مهندسی ارزش در یک نگاه	۴
شکل شماره ۱-۱: رابطه پیچیدگی مسئله با افزایش تعداد عوامل	۱۳
شکل شماره ۱-۲: تعادل بین ملاحظات اجتماعی و سیاسی، فنی و اقتصادی	۱۳
شکل شماره ۱-۳: حل مسائل پیچیده با تلاش گروهی تیم مهندسی ارزش	۱۴
شکل شماره ۱-۴: فرآیند تصمیم‌سازی مشارکتی در مقابل تصمیم‌سازی یک‌جانبه	۲۱
جدول شماره ۲-۱: برنامه کار	۲۹
شکل شماره ۲-۱: چرخش و تکرار فازها در برنامه کار مطالعه مهندسی ارزش	۳۱
شکل شماره ۲-۲: مدل هزینه (پروژه به‌سازی بزرگراه)	۳۶
جدول شماره ۲-۲: برنامه کار مطالعه اصلی	۳۹
جدول شماره ۲-۳: نمونه‌ای از کارکردهای پروژه به‌سازی بزرگراه	۴۳
جدول شماره ۲-۴: نحوه محاسبه شاخص ارزش	۵۲
شکل شماره ۲-۳: هزینه اعمال تغییرات و پتانسیل کاهش هزینه	۵۷
جدول شماره ۲-۵: مناسب‌ترین زمان و میزان اهمیت برگزاری کارگاه مهندسی ارزش در پروژه‌های عمرانی	۵۸
جدول شماره ۲-۶: وزن معیارهای ارزیابی پروژه	۶۵
شکل شماره ۲-۴: نمودار تحلیل کارکرد سیستمی پیاده‌رو	۶۶
جدول شماره ۲-۷: فهرست کارکردهای منتخب	۶۷
جدول شماره ۲-۸: کارکردهای منتخب و تعداد ایده‌های مربوطه	۶۷
جدول شماره ۲-۹: ایده‌های برتر	۶۸
جدول شماره ۲-۱۰: نتایج مطالعه	۶۹
شکل شماره ۲-۵: نمودار تحلیل کارکرد عوارضی تهران- کرج	۷۳
جدول شماره پ-۱-۱: اجزاء و کارکردهای اورهد	۸۵
شکل شماره پ-۱: نمودار سیستمی تحلیل کارکرد اورهد	۸۶
جدول شماره پ-۲: اجزای تیر چراغ برق و کارکردهای آنها	۸۶

- شکل شماره پ-۲: نمودار سیستمی تحلیل کارکرد تیر چراغ برق ۸۷
- جدول شماره پ-۳: ماتریس تصمیم‌گیری ۹۴
- جدول شماره پ-۴: ماتریس تصمیم‌گیری مارتین-تیت (گام پنجم) ۹۵
- جدول شماره پ-۵: ماتریس تصمیم‌گیری مارتین-تیت (گام ششم) ۹۶
- جدول شماره پ-۶: ماتریس تصمیم‌گیری مارتین-تیت (گام هفتم) ۹۶
- شکل شماره پ-۳: الگوی معمول رسم سلسله مراتب مسئله ۹۹
- جدول شماره پ-۷: مقیاس کمی و کیفی برای مقایسه زوجی معیارها در روش AHP ۱۰۱
- شکل شماره پ-۴: ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اصلی بر مبنای هدف ۱۰۲



فصل اول

کلیات

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می‌باشد:

۱. زمینه‌های شکل‌گیری مهندسی ارزش
۲. شناخت عوامل ارزش ضعیف در پروژه‌ها
۳. درک نگاه کارکردی
۴. شناخت نقش خلاقیت
۵. شناخت اهمیت کارگروهی
۶. شناخت تفاوت رویکرد مهندسی ارزش و کاهش هزینه

مقدمه

مهندسی ارزش تکنیکی، مدیریتی است که کارایی خود را به عنوان یک ابزار مدیریتی مؤثر برای بهبود طراحی، ساخت و صرفه جویی در هزینه‌ها در عمل به اثبات رسانده است. به کارگیری مهندسی ارزش منافی بیش از بهبود طرح و صرفه جویی در هزینه‌ها در پی داشته است. از آن جمله می‌توان به ارتقای استانداردها، بهره‌گیری از شیوه‌ها و تکنیک‌های نوین و ایجاد اشتیاق بیشتر در افراد برای مشارکت در تصمیم‌گیری‌های سازمان‌ها و افزایش مهارت‌ها به دلیل کار گروهی اشاره کرد.

مهندسی ارزش یکی از موفق‌ترین روش‌شناسی‌های حل مسأله، کاهش هزینه و بهبود عملکرد و کیفیت است. نگاه کارکردی، به نتیجه رسیدن آن در مدت زمان کوتاه، ارائه راه‌حل‌های اجرایی و انجام کار به دست تیمی که با هدف مشترک و تخصص‌های مختلف، کارکردهای پروژه یا محصول را بررسی نموده و با راه‌کارهای خلاقانه جایگزین مناسب‌تر برای آن پیشنهاد می‌کند، از وجوه تمایز آن در مقایسه با دیگر تکنیک‌ها و روش‌های مشابه می‌باشد.

به عبارت دیگر، مهندسی ارزش تکنیکی روشمند و کارکردمحور است. این تکنیک به دنبال کارکردهای محصول، خدمت یا سیستم به منظور محقق ساختن کارکردها با صرف کمترین منابع و هزینه طول عمر، با استفاده از ایده‌های خلاقانه یک تیم متخصص و مجرب می‌باشد.

تأثیر این تکنیک مدیریتی در پروژه‌هایی که دارای یکی از ویژگی‌های هزینه بالا، تکرارپذیری بالا، پیچیدگی بالا و ریسک بالا بوده‌اند، بیشتر مشاهده می‌شود. همچنین

بایستی به این نکته توجه داشت که مهندسی ارزش، مطالعه بهینه‌یابی نیست. بهینه‌یابی در یک چارچوب به انجام می‌رسد، در حالی که در مطالعه‌های مهندسی ارزش، چارچوب‌ها نیز می‌توانند تغییر یابند.

مهندسی ارزش ساز و کاری را در اختیار کارفرمایان قرار می‌دهد که بتوانند تأثیر قابل ملاحظه کارشناسان خبره را در کاهش هزینه‌ها و افزایش کارکردها محقق نمایند. در جدول ۱-۱ مقایسه‌ای بین فرآیند مهندسی ارزش و آنچه را که می‌توان مهندسی ارزش دانست، ارائه شده است.

جدول شماره ۱-۱: مهندسی ارزش در یک نگاه

نیست‌های مهندسی ارزش	هست‌های مهندسی ارزش
فرآیند ارزان‌سازی یا تطبیق هزینه با بودجه	✓ فرآیند روشمند برای حذف هزینه‌های غیرضروری
نقد طرح مشاور	✓ رویکرد تیمی چندرشته‌ای
ابزار کنترل کیفیت	✓ مبتنی بر هزینه دوره عمر
بازنگری طرح	✓ تکنیک مدیریتی پذیرفته شده و اثبات شده
اعمال تغییرهای مورد نظر کارفرما	✓ فرصتی برای بهبود طرح

مهندسی ارزش به منظور حصول هم‌افزایی^۱، متکی بر تیم چندرشته‌ای است. در این راستا، کار تیمی چندرشته‌ای منجر به برخورداری از دیدگاه‌های مختلف، رویکرد گسترده و فراگیر، ایجاد افق و چشم‌انداز مشترک و بالاخره هم‌گرایی میان عوامل مختلف پروژه (کارفرما، مشاور، پیمانکار، به‌راهم‌دار و کاربر) می‌شود. از این‌رو، اگرچه کاربرد مهندسی ارزش را در شناسایی و افزایش کارکردهای اصلی یک پروژه، سیستم یا محصول و حذف هزینه‌های غیرضروری می‌دانند، ولی در یک نگاه کلان، به‌کارگیری آن مزایای جانبی بسیار

^۱. Synergy

زیادی به همراه خواهد داشت. حداقل مزیت یک مطالعه مهندسی ارزش آگاه‌شدن و اطلاع‌رسانی بر طاقان مختلف طرح یا پروژه مورد مطالعه از دیدگاه‌های یکدیگر می‌باشد.

۱-۱. تاریخچه تکامل و توسعه مهندسی ارزش

شاید لاری مایلز^۱ در سال ۱۹۴۷ هیچ‌وقت گمان نمی‌کرد که دیدگاه «خرید کارکرد» به جای «خرید قطعه» تا این اندازه بتواند در آینده بر علوم کاربردی تأثیر بگذارد. بی‌گمان یکی از عوامل مؤثر در نگاه کارکردی به جای نگاه مصداقی، خودشکوفایی ایشان بود که از محدودیت، به‌عنوان یک فرصت استفاده نمود. تمرکز بر «حل مسأله» و «افزایش ارزش» یکی از شاخص‌های بارز تیم لاری مایلز بود. مایلز «حل مسأله» را فقط در خود مسأله پیگیری نکرد بلکه ثابت نمود که تغییر نگاه فرد و نگاه جامع و سیستمی می‌تواند با هزینه‌های کمتر، ارزش‌های والا بیافریند. اگر بازدید فرمانده نیروی دریایی آمریکا از کارخانه جنرال الکتریک - جایی که مایلز توانست با یک‌سوم قیمت، پمپ چرخنده زیرآبی با کیفیت بهتر تولید کند - نبود، ممکن بود گسترش رویکرد ارزش با سرعت کمتری مواجه شود. در حقیقت ارتباط مؤثر که یکی از ابزارهای رویکرد ارزش می‌باشد، خود، باعث گسترش این روش گردید.

همواره در طول تاریخ، تلاش وقفه‌ناپذیر بشر برای ماندگاری سعادتمندان با مصرف بهینه منابع، هم‌زاد و هم‌راستا بوده است. از این بین، در گاه‌شمار تاریخ، لحظه‌هایی وجود دارند که نیروی خلاقیت به‌یاری همت بشر آمده و نوآوری، نقطه عطفی برای بهبود ارزش،

^۱. Larry Miles

رقم زده است. شناخت روند شکل‌گیری چنین لحظه‌هایی برای قضاوت منصفانه در مورد هر نوآوری، ضروری به‌شمار می‌آید.

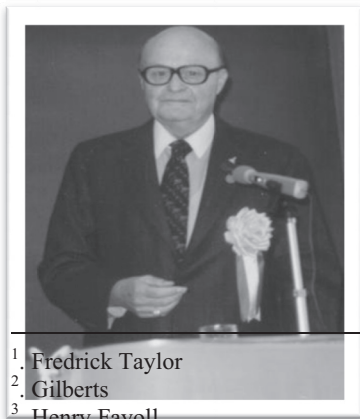
روش‌های جلوگیری از به‌کارگیری منابع غیرضروری و کاهش هزینه، از زمان فردریک تیلور^۱ و با به‌کارگیری مدیریت علمی برای انجام بهتر کارها، با یک تحول عمیق مواجه گردید. گیلبرت^۲ با مطالعه زمان انجام کار و هنری فایول^۳ با مطرح کردن اصول اداره کار، این روش‌ها را توسعه دادند. تحول بعدی در این زمینه با تلاش‌های مایلز در جهت حذف هزینه‌های غیرضروری به دست‌آوردی مبتنی بر عملکردها و استفاده از مزایای کار گروهی منجر شد که "مهندسی ارزش" نام گرفت.

در این بخش، فرآیند شکل‌گیری این دستاورد جدید و مهم‌ترین تحولات آن، از آغاز تا سال‌های ابتدایی قرن حاضر، در قالب سه مرحله پیدایش، شکوفایی و تکامل مطرح می‌شود.

۱-۱-۱. پیدایش مهندسی ارزش

سال‌ها هزینه‌های تولید محصول در شرکت جنرال الکتریک از نظر آقای مایلز بیشتر از حد بود. لذا یافتن راهی برای کاهش هزینه‌ها دغدغه اصلی مایلز گردید. سال ۱۹۴۴ زمانی که

مایلز به سمت مدیر خرید شرکت گمارده شد، دغدغه ذهنی او باعث به‌کارگیری نگرشی کارکردگرا برای تهیه مواد اولیه شد. چنین نگرشی از آنجا نشأت می‌گرفت که با شروع جنگ جهانی دوم مواد اولیه‌ای



¹. Fredrick Taylor

². Gilberts

³. Henry Fayoll

چون فولاد، آلومینیوم، مس، برنز، نیکل و قلع در اختیار فعالیت‌های جنگی قرار گرفتند. در حالی که این فلزها مواد اولیه صنعت الکترونیک بودند، مصرف نجومی آنها در کاربردهای مرتبط با جنگ، این صنعت را با چالش جدیدی مواجه کرد؛ لذا چاره‌ای جز جایگزینی مواد اولیه این صنعت با مواد دیگر نبود. این در حالی بود که کارکردهای این ماده باید تأمین می‌شد. نمونه‌ای که در آن سال‌ها اجرا گردید، جایگزینی فولاد ضدزنگ در موتور پمپ زیرآب با یک ماده جایگزین بود. این ماده جایگزین علاوه بر دوام بیشتر، قیمتی برابر یک سوم قیمت فولاد ضد زنگ را داشت. "دلیل چنین تفاوت آشکاری چیست؟" این سؤال بود که ذهن مایلز و هری ارلیچر^۱، معاون شرکت جنرال الکتریک را به خود معطوف داشت. برای پاسخ به پرسش مطرح شده، مایلز از سال ۱۹۴۷ به صورت تمام‌وقت به مسئولیت کاهش هزینه محصول‌ها در شرکت جنرال الکتریک به کار گمارده شد. تا سال ۱۹۵۲ مایلز مفاهیم کارکردی مرتبط با هزینه را گسترش داد. هزینه‌های اضافی بایستی شناسایی و حذف می‌گردید تا حتی در زمان وفور مواد اولیه، محصول ارزان‌تر و کارآتری به دست مشتریان می‌رسید.

برنامه اجراشده توسط مایلز، به عنوان یک راه‌حل بهبود مدیریت، «تحلیل ارزش» نام گرفت. مایلز با تشکیل جلسه‌هایی از شرکت‌کنندگان می‌خواست فراتر از عادت‌های معمول خود بیاندیشند. در ابتدا رویکرد کارکردگرا در ارتباط با کاهش هزینه‌ها مطرح بود و پس از آن افزایش ارزش محصول مدنظر قرار گرفت.

در سال‌های اولیه، برنامه تحلیل ارزش محدود به شرکت جنرال الکتریک بود، تا اینکه در اوایل دهه ۱۹۵۰ هم‌زمان با انتشار مقاله‌هایی درباره تحلیل ارزش، این روش در نیروی

^۱ Harry Erllicher

دریایی آمریکا و با تأکید بر تحلیل نقشه‌های مهندسی طرح‌ها به کار گرفته شد و اصطلاح «مهندسی ارزش» جایگزین «تحلیل ارزش» گردید.

اولین سمینار مهندسی ارزش در سال ۱۹۵۲ در کارخانه جنرال الکتریک برگزار شد. نیاز به کمک از کلیه بخش‌های درگیر در تولید و فروش محصول، موجب سازماندهی یک تیم چندرشته‌ای گردید. تشکیل این تیم با موفقیت آنی مواجه شد. در برخی موارد ۶۰ تا ۸۰ درصد در هزینه‌ها صرفه‌جویی گردید، ولی میزان صرفه‌جویی در بیشتر موارد در حدود ۵ تا ۱۰ درصد بود. با وجود اینکه ابعاد موفقیت، مختلف بود ولی همگی در موفقیت برنامه توافق داشتند. به علت نقش کلیدی آقای مایلز به ایشان لقب "پدر مهندسی ارزش" داده شده است.

۱-۲. دوره شکوفایی مهندسی ارزش

مهندسی ارزش از محصولات صنعتی شروع شد و به تدریج از اواخر دهه ۱۹۶۰ در صنعت ساخت‌وساز و دیگر صنایع و خدمات، کاربرد پیدا کرد. هر چند موفقیت مهندسی ارزش گاه با چالش‌هایی مواجه گردید، لیکن تعدد موارد موفقیت این تکنیک، مقاومت‌ها در برابر تغییر را در هم شکست و نتایج حیرت‌آوری به دست آورد.

دوره شکوفایی مهندسی ارزش با توسعه این تکنیک به خارج از محدوده جنرال الکتریک آغاز و به تحولات شگرفی در کاهش هزینه و در نهایت تشکیل انجمن‌های مهندسی ارزش در کشورهای مختلف منجر گردید. مهم‌ترین تحولات این دوره عبارت بودند از:

الف) برپایی اولین سمینار تحلیل ارزش به همت آقای مایلز (۱۹۵۲)

ب) استفاده از مهندسی ارزش در بخش‌های مختلف ارتش آمریکا (از سال ۱۹۵۴)

- ج) انتشار کتاب «مهندسی ارزش در مدیریت پروژه» نوشته ساکسنا (۱۹۵۵)
- د) برگزاری اولین همایش ملی مهندسی ارزش در آمریکا با حضور ۳۰۰ نفر و فراهم‌شدن پیش‌نیازهای تأسیس انجمن مهندسی ارزش (۱۹۵۸)
- ه) تشکیل انجمن مهندسی ارزش آمریکا^۱ (۱۹۵۹)
- و) برگزاری اولین و دومین کنفرانس مهندسی ارزش در دانشگاه پنسیلوانیا و آناهیم کالیفرنیا (سال‌های ۱۹۵۹ و ۱۹۶۰)
- ز) تصویب بندهای آیین‌نامه قراردادهای مهندسی ارزش در ارتش آمریکا (۱۹۶۱)
- ح) اجباری شدن مهندسی ارزش در قراردادهای با ارزش بالای ۱۰۰ هزار دلار در وزارت دفاع آمریکا (۱۹۶۲)
- ط) استفاده از مهندسی ارزش در شرکت کشتیرانی آمریکا (۱۹۶۳)
- ی) تعریف فرآیند سهم‌شدن پیمانکار و فروشنده در درصدی از پیشنهادهای مرتبط با صرفه‌جویی‌های تأییدشده تحت عنوان پیشنهاد تغییر به‌روش مهندسی ارزش^۲ (۱۹۶۳)
- ک) رشد مهندسی ارزش در مهندسی عمران با تدوین قوانین انگیزشی برای پیمانکاران (۱۹۶۳ تا ۱۹۶۵)
- ل) تأسیس اولین شرکت مهندسی ارزش در استرالیا (۱۹۶۵)
- م) ابداع نمودار تحلیل سیستمی کارکرد^۳ توسط چارلز بایتوی^۴ با هدف سازمان‌دهی کارکردها به‌روش منطقی و منظم (۱۹۶۵)

^۱ Society of American Value Engineering (SAVE)

^۲ Value Engineering Change Proposal (VECP)

^۳ Function Analysis System Technique (FAST)

^۴ Charles Bytheway

ن) به کارگیری قوانین انگیزشی پیمانکاران توسط سازمان عمران آمریکا پس از برگزاری کارگاه‌های آموزشی برای پرسنل (۱۹۶۶)

س) ارائه پیشنهاد اجرای مهندسی ارزش توسط کنگره آمریکا در پروژه‌های ساخت بزرگراه‌هایی که بودجه آنها از طریق حکومت فدرال تأمین می‌گردید. (۱۹۷۰)

ش) دستور اداره خدمات عمومی آمریکا^۱ برای استفاده از روش مهندسی ارزش در پیمان‌های مدیریت، طراحی و اجرای کارهای ساختمانی (۱۹۷۳)

ص) درخواست اداره خدمات عمومی آمریکا از انجمن مهندسان ارزش آمریکا جهت صدور گواهینامه مهندسی ارزش و رسمیت یافتن آن به‌عنوان یک استاندارد به‌نشانه تأیید صلاحیت دارنده آن در رشته مهندسی ارزش (۱۹۷۳)

ض) شکل‌گیری روش‌های جدید تحلیل ارزش و ترکیب آن با فرآیند مدیریت پروژه و دستیابی به یک ابزار حقیقی در مدیریت (اواخر دهه ۱۹۸۰ و اوایل دهه ۱۹۹۰)

ط) اصلاح قانون خطمشی اداره تدارکات فدرال ایالات متحده آمریکا با اضافه کردن مضمون زیر:

«هر سازمان اجرایی ملزم است اجرای فرآیندهای مهندسی ارزش را به‌منظور صرفه‌جویی در هزینه‌ها عملی سازد.» (۱۹۹۶)

ظ) تغییر نام انجمن مهندسی ارزش آمریکا به انجمن بین‌المللی مهندسی ارزش (۱۹۹۷)

۱-۱-۳. دوره تکامل مهندسی ارزش

در حال حاضر مهندسی ارزش، کاربردهای گسترده‌ای در پروژه‌های نظامی، صنعتی، عمرانی و خدماتی دارد. این وضعیت، بازتاب موفقیت‌های آن در گذشته می‌باشد. از سال‌های

^۱. USBR

ابتدایی دهه ۱۹۷۰ دوره‌های آموزشی متعدد و سمینارهای متنوعی با محوریت مهندسی ارزش برگزار شده است. در این سال‌ها گواهی‌نامه‌های متعددی جهت تأیید صلاحیت متخصصان ارزش صادر گردید و در نهایت از سال ۱۹۹۲ فدراسیون جهانی مهندسی ارزش تشکیل شد و کشورهای مختلف دنیا نسبت به تصویب الزامات قانونی به کارگیری مهندسی ارزش در مراحل مختلف طرح‌ها، اقدام کردند.

در سال‌های اخیر حیطه کاربرد مهندسی ارزش از اجرای بهینه طرح‌ها فراتر رفته و در راهبری کلان طرح‌ها نیز کاربرد پیدا کرده است. موارد زیر نمونه‌هایی از عملکرد موفقیت‌آمیز مهندسی ارزش می‌باشد.

۱. نیروی زمینی ارتش آمریکا مدعی است با به کارگیری مهندسی ارزش در طول ۱۳ سال، بالغ بر ۶۰۰ میلیون دلار صرفه‌جویی کرده است. در سال ۱۹۹۶ در ایالات متحده بیش از ۲۰ میلیارد دلار صرفه‌جویی در اثر ارایه پیشنهاد تغییر، حاصل شد.

۲. تنها در یک اداره راه محلی در فاصله سال‌های ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۳ بیش از ۴۶۰ میلیون دلار صرفه‌جویی گردید که پاداش پیمانکاران ۱۵۸ میلیون دلار بود. در یک قرارداد نیز نزدیک به ۹۸ میلیون دلار صرفه‌جویی گردید که پاداش پیمانکاران ۵۰ میلیون دلار شد.

۳. در بزرگراه‌های ایالات متحده در طول سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۰ صرفه‌جویی‌هایی بالغ بر ۵۴، ۷۶۹، ۸۶۴ و ۱۱۲۸ میلیون دلار صورت گرفت که نسبت صرفه‌جویی به هزینه مطالعه‌های مهندسی ارزش به ترتیب ۱:۱۰۶، ۱:۱۱۷، ۱:۱۱۳ و ۱:۱۴۵ بود.

۱-۱-۴. مهندسی ارزش در ایران

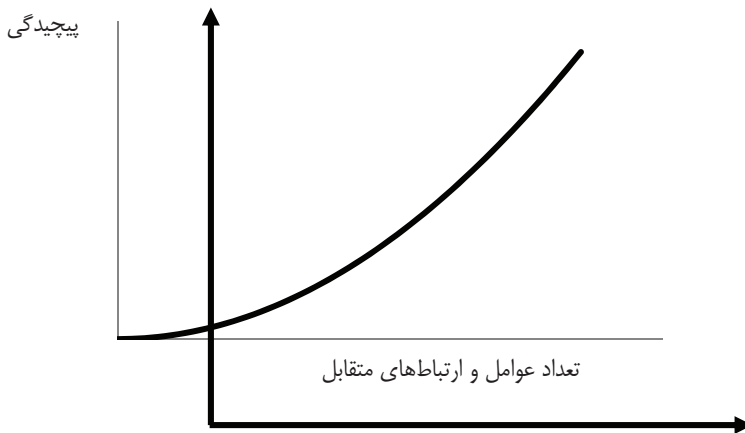
سابقه مهندسی ارزش در ایران طولانی نیست. مهم‌ترین اقدام‌های صورت گرفته و ضوابط موجود در این رابطه را می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

۱. اولین دوره‌های آموزشی مدول یک در سال ۱۳۸۱ برگزار گردید و چندین مطالعه مهندسی ارزش در کشور به انجام رسید.
 ۲. در سال ۱۳۸۲ مصوبه برنامه چهارم، دوباره بر اعمال مهندسی ارزش در پروژه‌های عمرانی تأکید نمود.
 ۳. در مهر ۱۳۸۳ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، شرح خدمات پیشنهاد تغییر به‌روشن مهندسی ارزش و قوانین انگیزشی پیمانکاران را ابلاغ نمود (نشریه ۲۹۰).
 ۴. در اسفند ۸۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، مجموعه دستورالعمل‌های مطالعه‌های مهندسی ارزش در دوره پیش از فعالیت‌های اجرایی را ابلاغ کرد.
 ۵. در قانون بودجه سال ۸۶ استفاده از مهندسی ارزش برای پروژه‌های با مبالغ بیش از ۱۰۰ میلیارد ریال الزامی شد.
- در سال‌های اخیر، تمایل بیشتری به انجام مطالعه‌های مهندسی ارزش در پروژه‌ها و نیز فراگیری آن در سازمان‌ها و شرکت‌ها ایجاد شده است. برطبق قانون برنامه سوم اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، فصل هفتم، نظام مالیاتی و بودجه، ماده ۶۱-ج، دستگاه‌های اجرایی موظفند طرح‌های عمرانی در دست اجرای خود را به پیشنهاد سازمان برنامه و بودجه به‌منظور ساده‌سازی و ارزان‌سازی (با اعمال مهندسی ارزش)، ضمن رعایت استانداردهای فنی مورد بازنگری قرار دهند.

۲-۱. مهندسی ارزش و حل مسائل پیچیده

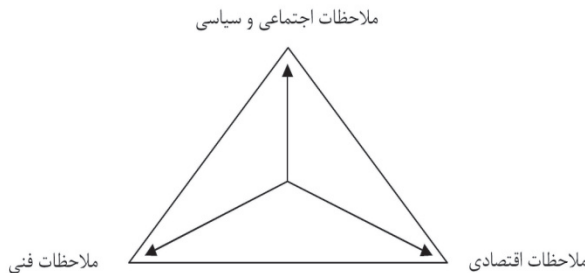
به‌طور کلی مسائل مهندسی به دو دسته تحلیلی و ترکیبی قابل تقسیم است. در مسائل تحلیلی، هدف، تعیین رفتار سیستم مورد نظر در یک شرایط مشخص و تعریف‌شده است. در مسائل ترکیبی، هدف، یافتن سیستمی است که در شرایط خاص، رفتار مشخصی را ارائه کند. حل مسائل ترکیبی با پارامترهای زیادی مواجه می‌باشد و باید ترکیب بهینه‌ای برای

آنها حاصل گردد. بدیهی است در چنین مواردی به علت نامشخص بودن تمامی عوامل تأثیرگذار، تصمیم‌گیری، دشوار و پیچیده خواهد بود، ضمن اینکه تعدد عوامل و ارتباط‌های متقابل بین آنها در طرح‌های بزرگ موجب افزایش پیچیدگی به صورت غیرخطی می‌شود. همانطور که شکل ۱-۱ نشان می‌دهد، با افزایش تعداد عوامل و ارتباطات متقابل، پیچیدگی‌ها نیز افزایش می‌یابد.



شکل شماره ۱-۱: رابطه پیچیدگی مسئله با افزایش تعداد عوامل

از دیگر چالش‌های پیش‌رو در طرح‌های بزرگ، رسیدن به نقطه تعادل بین ملاحظات اجتماعی و سیاسی، فنی و اقتصادی است (شکل ۲-۱).



شکل شماره ۲-۱: تعادل بین ملاحظات اجتماعی و سیاسی، فنی و اقتصادی

بنابراین در رویارویی با این پیچیدگی و به منظور ایجاد شفافیت در خواسته‌ها، انتظارات و الزامات کارفرمایان طرح‌های بزرگ، تکیه بر خرد جمعی و کارگروهی اجتناب‌ناپذیر است، به‌ویژه آنکه ماهیت چندرشته‌ای و چندفازی پروژه‌ها، درک کامل و بسیار عمیق آنها را برای یک عامل پروژه، هرچقدر مجرب و متخصص، دشوار و ناممکن نموده است. از این رو مقابله با مسائل پیچیده و چندبعدی نیازمند خرد جمعی، کارگروهی و به‌کارگیری خلاقیت افراد است. در یک چارچوب نظام‌مند و با بهره‌گیری از ابزارهای توانمند است که می‌توان امیدوار بود ترکیب خلاقیت و کار تیمی تحقق یابد. مهندسی ارزش از موفق‌ترین این ابزارهاست که پایه‌های اصلی آن را کار تیمی، خلاقیت و برخورد نظام‌مند تشکیل می‌دهد. در واقع در مهندسی ارزش ذی‌ربطان کلیدی طرح، در قالب یک سیستم واحد به دنبال حل مسأله‌ای پیچیده و دشوار می‌باشند که به‌دلیل ماهیت مسأله، هریک به‌تنهایی قادر به یافتن مؤثرترین راه‌حل برای آن نمی‌باشند (شکل ۱-۳).

تلاش‌های فردی

تلاش گروهی تیم مهندسی ارزش

شکل شماره ۱-۳: حل مسائل پیچیده با تلاش گروهی تیم مهندسی ارزش

۱-۳. اثرات مهندسی ارزش

عوامل متعددی باعث می‌گردند تا ارزش در طرح‌ها، محصولات و خدمات کاهش یابد. ارزش به بیان ساده، نسبت کارکرد به هزینه است. اثرات منفی موجب کاهش کارایی، کاهش کیفیت، افزایش هزینه‌ها و به صورت خلاصه کاهش ارزش می‌گردد. موارد زیر از جمله این عوامل می‌باشند.

الف) عوامل محیطی؛ عواملی هستند که از محیط‌های کاری، حرفه‌ای و شرایط درونی سازمان‌ها شکل گرفته و بر کارایی و نتیجه فعالیت‌ها و محصولات اثر می‌گذارند. میزان این اثر بسته به فرهنگ سازمانی، شخصیت حرفه‌ای افراد و نظام کاری سازمان‌ها متفاوت است. کمبود زمان، کمبود اطلاعات، دستمزدهای ناکافی، نبود ارتباط کافی میان متخصصان، نبود استانداردها یا وجود استانداردهای بیش از حد، کمبود اطلاعات هزینه‌ای درباره پروژه‌های مشابه، فاصله زیاد با تکنولوژی‌های روز و شرایط موقت که دایمی تلقی می‌شوند، از مهم‌ترین این عوامل می‌باشند.

ب) عوامل فرهنگی؛ عواملی فراتر از محیط‌های کاری هستند که بر کل اجتماع و به تبع آن بر جامعه مهندسی و مدیریتی تأثیرگذار می‌باشند. اهداف سیاسی در پروژه‌ها، نادیده گرفتن ایده‌ها، عدم جدیت کافی برای کاهش هزینه‌ها، سوء تفاهم در فضای فعالیت‌های حرفه‌ای، نبود دید سیستماتیک و جامع، ضعف مدیریت و عدم حساسیت به منابع، از جمله این عوامل می‌باشند.

ج) عوامل انسانی و مرتبط با شخصیت افراد: این عوامل ناشی از اثرپذیری درازمدت فرد از اجتماع می‌باشند که بر فرآیندها، نتایج و همچنین بر نظام کاری و فرهنگ سازمانی اثرگذار

هستند. عادت‌ها، بینش‌ها، تصویرهای غلط و در عین حال صادقانه، مدل‌های ذهنی و تعصب‌ورزی نسبت به ایده‌های شخصی، نمونه‌هایی از این دسته عوامل می‌باشند. مهندسی ارزش با برخورداری از نقاط قوت خاص خود می‌تواند تا حدود زیادی بر عوامل کاهش ارزش، تاثیرگذار باشد. برخی از نقاط قوت مهندسی ارزش به شرح زیر می‌باشد.

الف) تولید ایده‌های نو

یکی از دلایل وجود ارزش ضعیف در پروژه‌ها، کمبود ایده‌های نو می‌باشد. به دلیل عدم ارتباط برنامه‌ریزی شده بین طراحان که علاقه‌مند به استفاده از دانسته‌های قبلی خود هستند، زمینه تولید ایده‌های نو فراهم نخواهد شد. مهندسی ارزش با تمرکز بر کارکردهای اصلی و انجام فاز خلاقیت در مورد آنها، شرایط مناسب برای بروز ایده‌های نو را فراهم می‌آورد. این ایده‌ها در طرح‌های بعدی به طور معمول قابل استفاده می‌باشند.

ب) انجام کار به صورت گروهی

تجربه کم در انجام کار گروهی یکی از مهم‌ترین معضله‌های فرهنگی جامعه است که در عمیق‌ترین لایه‌های فکری جامعه که ضرب‌المثل‌ها می‌باشد نیز ریشه دوانده است. ضرب‌المثل‌هایی مانند: «آشپز که دو تا شد آش، شور می‌شود یا بی‌نمک» یا «دیگ دست جمعی به جوش نمی‌آید!» از این قبیل هستند. این موضوع به یکی از موانع توسعه تبدیل شده است. در دنیای توسعه‌یافته هیچ کار مؤثر با دامنه گسترده‌ای را نمی‌توان یافت که جز با حضور افراد با تخصص‌های مختلف، همراه با سازماندهی مناسب شکل گرفته باشد.

مهندسی ارزش با روشی مؤثر، افراد با تخصص‌های مختلف را گردهم آورده و با تفکیک فازهای خلاقیت و ارزیابی، زمینه بسیاری از اختلاف‌ها را از بین می‌برد.

ج) ارتقای استانداردها و به‌روز کردن آنها

بدیهی است که با توسعه دانش بشری و رشد تکنولوژی، استانداردها می‌بایست به‌روز شوند. همواره تدوین استانداردها با محاسبه‌های فنی و اعمال ضرایب اطمینان مناسب صورت می‌پذیرد. این ضرایب به عواملی نظیر شرایط اقتصادی، جغرافیایی و منطقه‌ای، فیزیکی، تکنولوژیکی و موجود بودن اطلاعات مورد نیاز، وابسته است. در تیم مهندسی ارزش از افراد با تخصص‌های مختلف استفاده می‌شود، همچنین در فاز خلاقیت و ایده‌یابی می‌توان هر چیزی، از جمله استانداردها را زیر سؤال برد. در فاز ارزیابی، ایده‌ها توسط کارشناسان مختلف مورد بررسی بیشتر قرار می‌گیرند. این فرآیند، فرصتی در اختیار قرار می‌دهد که در فضای تخصصی و علمی، پیش‌فرض‌ها و استانداردها مورد نقد و بررسی قرار گیرند و در صورت وجود زمینه مناسب، تغییر استانداردها به مراجع ذی‌ربط پیشنهاد گردد.

د) آموزش و استفاده از تجارب صاحب‌نظران

در کارگاه‌های مهندسی ارزش، به‌دلیل ایجاد زمینه برای طرح ایده‌ها (به‌ویژه در فازهای اطلاعات و ارزیابی) و دفاع از آنها توسط صاحب‌نظران، امکان زیادی برای آشنایی با نظرها و فراگیری تجربه‌های مختلف فراهم می‌شود. مهندسی ارزش می‌تواند به‌عنوان یکی از روش‌های انتقال اطلاعات، دانش و تجربه افراد صاحب‌نظر مطرح باشد و این موضوع در کارگاه اصلی (به‌ویژه در فازهای اطلاعات، ارزیابی و توسعه) تحقق می‌یابد.

مهندسی ارزش ویژگی‌های مثبت دیگری نیز دارد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

۱. ارتباط و آشنایی کارشناسان مختلف با یکدیگر
۲. آگاهی از توانایی‌ها و تخصص‌های موجود
۳. شناخت و استفاده از تکنولوژی‌های جدید از طریق طرح ایده‌های نو در بین اعضای تیم
۴. مستندشدن تجارب صاحب‌نظران
۵. آشنایی کارشناسان با مسائل میان‌رشته‌ای
۶. تشکیل بانک اطلاعات ایده‌ها و استفاده از آنها در پروژه‌های دیگر
۷. شناخت بیشتر کارفرما، مشاور و پیمانکار از مسائل، نیازها، انتظارات و مشکل‌های یکدیگر
۸. مشارکت بیشتر کارشناسان در حل مسائل مبتلابه
۹. فراهم شدن زمینه مناسب برای نمود و افزایش توانایی افراد.

۴-۱. کاربردهای مهندسی ارزش

روش‌شناسی ارزش دارای اهداف و کاربردهای متنوع و متناسب با موضوع مورد مطالعه می‌باشد. مهندسی ارزش از دو دیدگاه کلی دارای کاربرد می‌باشد که به شرح زیر است:

الف) دیدگاه پیشینه‌کردن ارزش

اگر هدف اصلی مهندسی ارزش «دستیابی به ایده‌های ارزشمندتر» باشد، یکی از اصلی‌ترین و حیاتی‌ترین پیش‌نیازهای آن، استفاده از یک روش سیستماتیک است. برنامه کار، در عمل تبلور این رکن است. روش‌های متمرکز و فشرده که از کار تیمی بهره‌مند می‌شوند، در

مقایسه با روش‌های دیگر بهبود، مانند نظام پیشنهادها یا بهبود مستمر، نتایج سریع‌تر و مؤثرتری به بار آورده‌اند. به‌همین دلیل رویکرد مدیریت نوین به استفاده از ابزارهای کوتاه‌مدت و متمرکز تمایل یافته است.

ب) دیدگاه حل مسأله

از دید حل مسأله^۱، برنامه کار مهندسی ارزش، چکیده گام‌به‌گام و نظام‌مند از روش معمول حل مسأله (تعیین مسأله، حل مسأله، اجرای راه‌حل) می‌باشد. در برخورد با بیشتر مسائل فنی-مدیریتی، زمان، هزینه و کیفیت، نقش کلیدی و گاه بحرانی دارند. اغلب، ترکیب این عوامل، پدیدآورنده مشکل و گاه تعیین‌کننده پیروزی یا شکست یک پروژه می‌باشد. در این حالت اگر دستیابی به راه‌حل از طریق یک رویکرد گروهی چندتخصصه خلاق و با استفاده از افراد مجرب ممکن نگردد، در بیشتر موارد مسأله قابل حل نمی‌باشد.

با توجه به موارد فوق، روش‌شناسی ارزش در زمینه‌های زیر دارای قدرت عمل می‌باشد:

۱. هرگاه بهبودی در اجرا و هزینه، مدنظر باشد، روش‌شناسی ارزش می‌تواند به‌کار برده شود. بهبود می‌تواند از دید مالی یا براساس عواملی مانند سودآوری، کیفیت، زمان، نیرو، اثر محیطی و قابلیت دوام اندازه‌گیری شود. روش‌شناسی ارزش به صورت تقریبی در تمام زمینه‌های مختلف فعالیت‌های بشر می‌تواند به‌کار برده شود.

۲. در پروژه‌های عمرانی، تجاری و نظامی مانند ساختمان‌ها، بزرگراه‌ها، ساخت کارخانه و طرح‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب که به‌نظر می‌رسد یک‌بار به اجرا درمی‌آیند (در مقابل کالاهای مصرفی که مرتباً تولید می‌شوند)، مهندسی ارزش برای هر پروژه متفاوت است. از

¹ Problem Solving

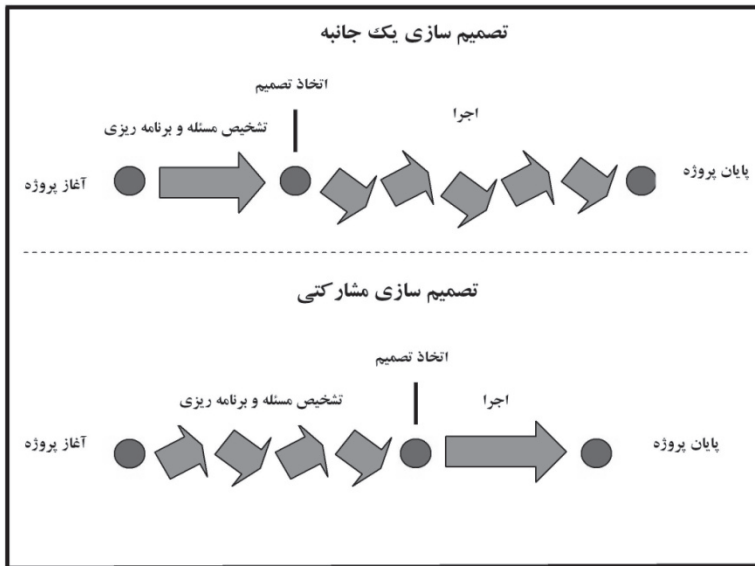
آنجا که پروژه‌های بزرگ، منحصر به فرد هستند، مهندسی ارزش از همان ابتدای مرحله طراحی به منظور به دست آوردن حداکثر سود ممکن، به خوبی قابل کاربرد می‌باشد. در این شرایط تغییرها یا دستورهای جدید طراحی، نیازمند طراحی گسترده مجدد، هزینه اجرایی زیاد و تغییر زمان بندی نمی‌باشد. در پروژه‌های زیربنایی بزرگ، مطالعات خاص مهندسی ارزش در مرحله طراحی مفهومی و پس از آن در مرحله طراحی تفصیلی انجام می‌گیرد.

۳. روش‌شناسی ارزش علاوه بر کاربرد در زمینه‌های ساخت‌افزایی مانند ساختمان‌سازی یا سایر پروژه‌های زیربنایی، در زمینه‌های نرم‌افزاری مانند فرآیندهای تولید و ساخت، بهداشت، خدمات زیست‌محیطی، برنامه‌ریزی، سیستم‌های مدیریتی و ساختار سازمانی نیز دارای کاربرد می‌باشد.

۴. برای محصولات یگانه یا سیستم‌هایی مانند سیستم‌های الکترونیکی نظامی یا ابزار و وسایل سرمایه‌ای خاص، روش‌شناسی ارزش که در مرحله طراحی جهت اطمینان از دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده به کار می‌رود، در بیشتر موارد یک مطالعه رسمی ارزش بعد از تأیید طرح اولیه و قبل از شروع یک چرخه تولید/ساخت می‌باشد. روش‌شناسی ارزش ممکن است در طول ساخت/تولید جهت اطمینان از به کارگیری جدیدترین مواد و تکنولوژی نیز به کار برده شود.

۵. یکی از کاربردهای روش‌شناسی ارزش، استفاده در برنامه‌ریزی و تهیه طرح‌های جامع می‌باشد. مراحل تهیه و تصویب طرح‌ها در بسیاری از مواقع آن قدر طولانی است که به دلیل تغییرهای گسترده قابل اجرا نخواهد بود. ممکن است دلیل طولانی شدن طرح‌ها فقدان جهت‌گیری‌ها، نقصان اطلاعات پایه، نبود برنامه‌های زیربخش‌ها و عدم همکاری و مشارکت سازمان و نهادهای ذی‌ربط باشد. همچنین در موقع تصمیم‌گیری، ضعف تصمیم‌سازی نظیر عدم قطعیت‌ها، اجرایی نبودن طرح‌ها و اختلاف نظرها باعث تعویق در تصمیم‌گیری می‌شود.

با استفاده از روش‌شناسی ارزش می‌توان روند طرح‌ها را تغییر داد، به طوری که در زمان کوتاه‌تر، می‌توان طرح‌های با کیفیت بالاتر تهیه نمود. همچنین می‌توان با تصمیم‌سازی بهتر، زمان تصمیم‌گیری را کوتاه‌تر نمود. نکته مهم این است که به دلیل در نظر گرفتن نظرهای مختلف و تلاش و باور جمعی، در پیاده‌سازی طرح‌ها تضمین بیشتری برای اجرا ایجاد می‌شود. شکل ۱-۴ به خوبی نشان‌دهنده اثرات یک فرآیند تصمیم‌سازی مشارکتی در مقابل یک فرآیند بخشی و یک‌جانبه‌نگر در برنامه‌ریزی و اجرای پروژه می‌باشد.



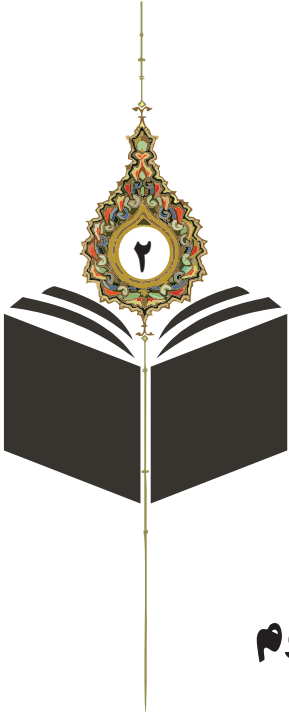
شکل شماره ۱-۴: فرآیند تصمیم‌سازی مشارکتی در مقابل تصمیم‌سازی یک‌جانبه

خلاصه

مهندسی ارزش، یک روش تجربه‌شده در مدیریت است که برای دستیابی به تعادل هزینه، کیفیت و کارکرد یک محصول یا پروژه، رویکردی ساختارمند و هماهنگ اتخاذ می‌کند. با چنین رویکردی، توانایی مدیریت در شناسایی و حذف هزینه‌های غیر ضروری ارتقا می‌یابد. وظیفه اصلی مهندسی ارزش، برقراری تعادل میان هزینه، کارکرد و کیفیت است. مهندسی ارزش معتقد است ارزش مطلوب زمانی حاصل می‌شود که مشتری راضی باشد. البته باید در این باره به مشتری به‌عنوان مفهوم عام آن توجه داشت و منظور از مشتری صرفاً مصرف‌کننده نهایی کالا و خدمات نیست. نکته مهمی که باید به آن توجه داشت این است که مهندسی ارزش به دنبال دست‌کاری هزینه‌ها برای کاهش قیمت تمام‌شده نیست، بلکه نگاهی جامع به مسایل دارد. تفاوت اساسی فرآیند مهندسی ارزش با سایر روش‌های کاهش هزینه در همین مهم است. مهندسی ارزش نگرشی اجرایی و کارکردگرا همراه با تجزیه و تحلیل مسأله به صورت نظام‌مند و هدفمند دارد. مهندسی ارزش به دنبال یافتن راه‌کارهای جایگزین برای تحقق اهداف پروژه مورد نظر، با تکیه بر خلاقیت‌های فردی و در قالب کار تیمی است.

خودآزمایی

۱. وجوه تمایز مهندسی ارزش با دیگر تکنیک‌ها و روش‌های مشابه در چیست؟
۲. علاوه بر مواردی که در متن آمده، چه ویژگی‌های دیگری از پروژه‌ها وجود دارند که در به‌کارگیری مهندسی ارزش در آن‌ها می‌تواند تأثیرگذار باشد؟
۳. مهندسی ارزش چگونه به هم‌افزایی دست می‌یابد؟
۴. دغدغه اصلی مایلز را در مأموریتی که به وی سپرده شده بود را چه می‌دانید؟
۵. علت تأکید مایلز بر تعیین کارکرد چه بوده است؟
۶. چالش‌های کاربرد مهندسی ارزش را در ایران در چه می‌دانید؟
۷. چرا مهندسی ارزش در حل مسائل پیچیده، موفق عمل می‌کند؟
۸. علل کاهش ارزش محصولات و خدمات در چیست؟
۹. مهندسی ارزش در غلبه بر کاهش ارزش از چه نقاط قوتی سود می‌برد؟
۱۰. مهندسی ارزش را با چه دیدگاهی می‌توان در زمینه‌ها و موضوعات مختلف به‌کار گرفت؟
۱۱. چند نمونه از کاربردهای مهندسی ارزش را در محیط کار خود یا فعالیت‌های روزمره ذکر نمایید.
۱۲. آیا ارزش محدود به کاهش هزینه، افزایش کیفیت، کارایی، ایمنی و ... می‌شود؟ آیا نمونه‌های استثنا وجود دارد؟ در صورت وجود ذکر نمایید؟
۱۳. چند نمونه از ارزش در پروژه‌های مختلف را ذکر نمایید؟



فصل دوم

برنامه کار مهندسی ارزش

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می باشد:

۱. مراحل و گام های مطالعه مهندسی ارزش

۲. فعالیت های گام های مختلف

۳. تحلیل کارکرد

۴. مثال های عملی در مراحل مختلف مطالعه

۱-۲. تعاریف

پیش از ورود به روش‌شناسی مطالعه مهندسی ارزش، لازم است مفهوم چند واژه مهم در مهندسی ارزش تعریف شود.

الف) کارکرد

عمل و نتیجه مورد انتظار از یک محصول، پروژه یا فرآیند است. به بیانی دیگر، کاری که محصول به خاطر انجام‌دادن آن به فروش می‌رود. برای مثال، مشتری خودکار را برای نوشتن می‌خرد، خودرو به خاطر حرکت‌کردن به فروش می‌رسد.

ب) هزینه

مجموع پرداخت‌هایی که برای تأمین عوامل تولید و نهایی‌شدن محصول، کالا یا خدمات صورت می‌گیرد.

ج) بها

کم‌ترین قیمت لازم برای انجام یک کارکرد است. پایین‌ترین هزینه پرداختی برای داشتن یک محصول از دید مشتری، بهای آن کالا منظور می‌شود.

د) ارزش

نسبت کارکرد مورد نیاز به هزینه (طول عمر) می‌باشد. هدف مطالعه مهندسی ارزش، افزایش شاخص ارزش است.

ه) هزینه طول عمر

مجموع هزینه‌های دوره ساخت و تمامی هزینه‌های احتمالی نگهداری، بهره‌برداری، تعمیرات و از رده خارج کردن می‌باشد.

و) برنامه کار

برنامه‌ای است که مراحل و گام‌های انجام مطالعه ارزش را توصیف می‌کند.

۲-۲. روش‌شناسی مطالعه

مطالعه مهندسی ارزش در قالب مراحل صورت می‌گیرد که **برنامه کار**^۱ نامیده می‌شود. ساختاریافتگی مهندسی ارزش در برنامه کار جلوه‌گر می‌شود. در واقع برنامه کار فرمول اجرایی است که تیم را در طول فرآیند مهندسی ارزش از ابتدا تا انتها هدایت می‌کند. برنامه کار مهندسی ارزش با اصول حل گام به گام و خلاقانه مسأله هم‌خوانی نزدیکی دارد. برنامه کار از سه مرحله اصلی تشکیل می‌شود. مراحل اصلی مطالعه شامل: **پیش مطالعه**^۲، **مطالعه اصلی**^۳ (کارگاه اصلی) و **مطالعه تکمیلی**^۴ می‌باشد. مهم‌ترین مرحله، کارگاه اصلی می‌باشد که شامل شش فاز اطلاعات، تحلیل کارکرد، خلاقیت (ایده‌یابی)، ارزیابی (قضاوت)، توسعه و ارائه می‌باشد. جدول ۲-۱ مراحل و گام‌های برنامه کار را نشان می‌دهد.

¹. Job plan

². Pre study

³. Study

⁴. Post study

جدول شماره ۲-۱: برنامه کار

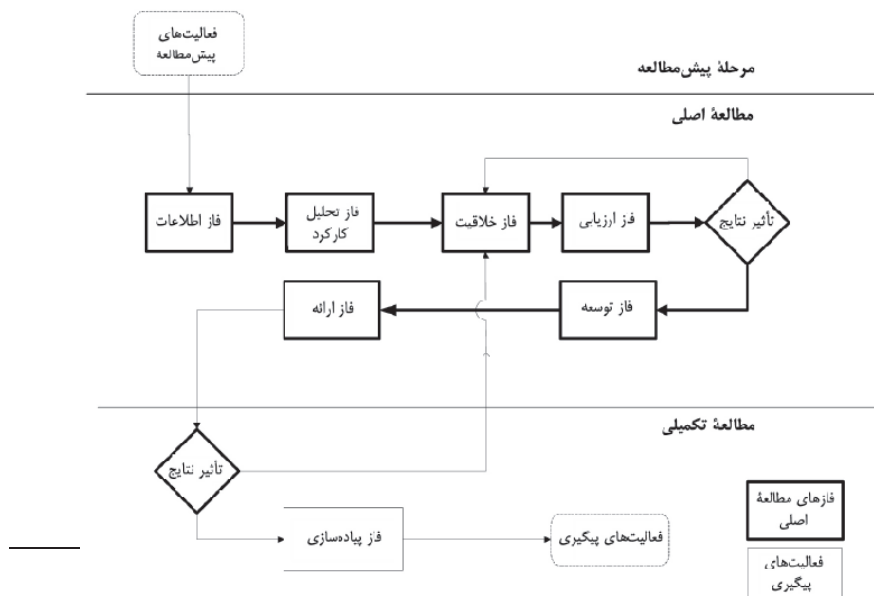
مرحله	گام‌ها
پیش مطالعه	<ul style="list-style-type: none"> - گردآوری اطلاعات - تعیین مبانی مطالعه (شامل اهداف طرح، اهداف مطالعه مهندسی ارزش، شناسایی ذی‌ربطان طرح، مسائل و فرصت‌های طرح، تعیین محدودیت‌های کارفرمایی) - تهیه مدل هزینه - تعیین اعضای تیم مطالعه
مطالعه اصلی	<ul style="list-style-type: none"> - اطلاعات - تحلیل کارکرد - ایده‌یابی - ارزیابی - توسعه - ارائه
مطالعه تکمیلی	<ul style="list-style-type: none"> - تکمیل پیشنهادهای تغییر - اجرای تغییرات پیشنهادی - پیگیری اعمال تغییرات

کادر ۱- ویژگی‌های برنامه کار

۱. بستر مناسب را برای انجام مطالعه از شروع تا نتیجه‌گیری مهیا می‌کند.
۲. زمینه مناسبی را برای ثبت و مستندسازی مراحل و تلاش‌های انجام‌شده، هم‌زمان با پیشرفت مطالعه فراهم می‌کند.
۳. از دستیابی و استفاده از حقایق که ممکن است در طرح مبنا نیز مورد توجه قرار نگرفته باشد، اطمینان حاصل می‌شود.
۴. تجزیه منطقی مطالعه را به اجزایی که قابل برنامه‌ریزی، زمان‌بندی، تخصیص هزینه، استفاده و بازنگری پیاپی و مستمر باشند، به وجود می‌آورد.
۵. از انجام مطالعات بیشتر در زمان محدود مطالعه، اطمینان حاصل می‌شود.
۶. نقاط پرهزینه، پریسک و پرفرصت را برجسته می‌نماید و بنابراین نقاط مناسب برای مطالعه عمیق‌تر را نشان دهد.

۷. تیم مطالعه را به سمت تفکر عمیق تر و بنابراین راه حل های خلاقانه هدایت می کند. افراد به صورت معمول به استفاده از اولین راه حلی که به ذهنشان می رسد عادت کرده اند.
۸. افراد را به فعالیت وا می دارد تا با مقایسه و تحلیل موشکافانه موضوع و کارکردهای آن به راه حل های جدید دست یابند.
۹. برنامه کار بر مبنای واقعیت ها پیش می رود و در نتیجه موجب رشد تصمیم سازی هدف گرا می شود.
۱۰. تیم را به سمت تعیین نیازهای پروژه و ارزیابی کارکردهای صحیح آن هدایت می کند.
۱۱. دیدی هدف گرا و جامع از پروژه با تمرکز بر هزینه طول عمر اجزا به دست می دهد.

مراحل و فازهای مطالعه به صورت متوالی اجرا می شوند. افزایش اطلاعات یا داده های جدید برای تیم ممکن است باعث بازگشت به فاز قبلی یا در یک فاز، به مرحله قبلی گردد، اما هیچ کدام از گام ها یا فازها و مراحل یک فاز نباید حذف شود (شکل ۲-۱). به منظور دستیابی به حداکثر منافع از برنامه کار، باید به طور دقیق آن را اجرا نمود. این موضوع ممکن است در نظر اول با خلاقیت در تضاد به نظر برسد ولی تعهد دقیق به اجرای برنامه کار، در نهایت انعطاف پذیری در تفکر را به دست خواهد داد.



شکل شماره ۲-۱: چرخش و تکرار فازها در برنامه کار مطالعه مهندسی ارزش

۲-۲-۱. مرحله پیش مطالعه

در مرحله پیش مطالعه فعالیت‌هایی انجام خواهد شد که برای مطالعه اصلی ضروری هستند. به عبارتی پیش‌نیازها و الزامات مطالعه اصلی برآورده می‌شوند. به‌طور خلاصه در مرحله پیش مطالعه، فعالیت‌های زیر انجام می‌گیرند:

شناسایی نیازها و خواسته‌های کارفرما/ مشتری

گردآوری اطلاعات پروژه

تعیین مبانی مطالعه: اهداف/ محدوده مطالعه/ الزامات کارفرمایی/ مدل هزینه/ ذی‌نفعان/
معیارهای ارزیابی

تعیین تیم مطالعه و برنامه‌ریزی برگزاری جلسات مطالعه

الف) شناسایی نیازها و خواسته‌های کارفرما/ مشتری

نخستین گام‌ها برای اجرای اولین فاز از ۶ فاز اصلی مطالعه ارزش (در گام ۲)، یعنی فاز اطلاعات، در این مرحله برداشته می‌شود. خواسته‌ها و نیازهای کارفرما به کمک یک گروه متمرکز داخلی یا از طریق اطلاعات طرح‌های مشابه گردآوری می‌شوند. برای پروژه‌هایی که برای اولین بار انجام می‌گردند، تحلیل‌ها ممکن است به اهداف پروژه محدود شوند.

ب) گردآوری اطلاعات پروژه

تیم مهندسی ارزش بایستی تمام اطلاعات مرتبط را گردآوری کند. گردآوری اطلاعات را می‌توان به وظایف یا کارهای مجزا تقسیم کرد و هر کار به یک عضو گروه واگذار شود.

اطلاعات پروژه از منابع مختلفی جمع‌آوری می‌شوند و به دو دسته اولیه و ثانویه قابل تفکیک هستند.

منابع اولیه به دو دسته افراد و مستندات تقسیم می‌شوند. افراد شامل کاربران، طراح، پرسنل تعمیرات و خدمات، کارفرمایان و مشاوران می‌باشند. مستندات شامل نقشه‌ها، مشخصات پروژه، اسناد و مدارک مزایده و برنامه پروژه است.

منابع ثانویه شامل تامین‌کنندگان محصولات، استانداردهای طراحی و مهندسی، قوانین و مقررات مرتبط، نتایج آزمایش‌ها، گزارش‌های تخصصی می‌شود. اطلاعات مربوط به پروژه‌های مشابه و داده‌های کمی و آماری نیز جزو این دسته از اطلاعات هستند.

بازدید از محل پروژه توسط تیم مطالعه ارزش از منابع اطلاعاتی ثانویه مفید و مؤثر در مطالعات ارزش محسوب می‌گردد. در صورتی که اطلاعات به صورت پراکنده و نادقیق باشد، توصیه می‌شود سمیناری نیم‌روزه با حضور عوامل پروژه جهت گردآوری اطلاعات موثق و دقیق برگزار گردد.

ج) مبانی مطالعه

پس از تشکیل تیم مطالعه مهندسی ارزش و تبادل اطلاعات، مبانی مطالعه به عنوان مبنای ادامه کار مورد توافق قرار می‌گیرد. مبانی مطالعه در حقیقت چارچوب کلی کار برای ادامه روند مطالعه مهندسی ارزش می‌باشد. مبانی مطالعه عبارت‌اند از:

اهداف پروژه

تعیین دقیق اهداف اصلی و کلیدی پروژه که مورد توافق ذی‌ربطان اصلی پروژه می‌باشد، اولین گام در تعیین مبانی مطالعه مهندسی ارزش تلقی می‌گردد. اهداف مطالعه مهندسی

ارزش به طور طبیعی نباید مغایر با اهداف طرح یا پروژه باشد. به عبارت دیگر از آنجا که طرح موجود بر اساس نیاز و خواست کارفرما/ کاربران/ مردم طراحی گردیده است، مطالعه ارزش نباید مانع رسیدن به اهداف از پیش تعیین شده طرح باشد، مگر آن که طی مطالعه مشخص شود این اهداف تغییر یافته یا نیاز به اصلاح دارند (کادر ۲).

کادر ۲- هدف پروژه

(پروژه پایانه مرزی)

تسهیل و تسریع در تردد مرزی

اهداف مطالعه مهندسی ارزش

مطالعه مهندسی ارزش می بایست تأمین کننده نیاز کارفرما در بهبود ارزش طرح باشد. به همین دلیل خواسته‌ها، انتظارات و نظرات کارفرما نقش اساسی در شکل گیری آن دارد. دریافت خواسته‌ها، کشف انتظارات پنهان و اعمال نظرات کارفرما، ضمن تعهد به روش شناسی ارزش که ابزار خاص مدیریتی می باشد، تیم مطالعاتی را به جمع بندی و اجماع بر روی اهداف مطالعه می رساند (کادر ۳).

کادر ۳- اهداف مطالعه مهندسی ارزش

(پروژه ترمینال مسافری فرودگاه)

۱. افزایش ایمنی
۲. تسریع در بهره‌برداری
۳. تناسب بودجه و هزینه

محدوده مطالعه

یکی از مباحث مهم و اساسی در مطالعه مهندسی ارزش، تعیین دقیق محدوده مطالعه می‌باشد. محدوده مطالعه، بخشی از پروژه یا کل پروژه است که برای مطالعه ارزش انتخاب شده است.

تعریف محدوده با وسعت بیش از اندازه، می‌تواند به کیفیت مطالعات آسیب جدی وارد نماید. همچنان که تعریف اشتباه مسأله نیز می‌تواند مطالعه ارزش را به یک تحلیل اقتصادی، بازنگری یا تصمیم‌سازی در خارج از حدود مطالعه تبدیل کند (کادر ۴).

کادر ۴- محدوده مطالعه مهندسی ارزش

(پروژه سد تأخیری سیلاب شهری)

حوضه آبریز بالادست، سد و مناطق مسکونی پایین‌دست با تمرکز بر سازه سد تأخیری

الزامات کارفرمایی و محدودیت‌های مطالعه

در مطالعات مهندسی ارزش، محدودیت و چارچوب‌هایی وضع می‌شود تا از تمرکز مطالعات بر موارد غیرقابل تغییر یا مواردی که به دلایل خاص مورد بررسی قرار گرفته و تصمیم‌گیری شده‌اند جلوگیری گردد. این کار سبب می‌شود توان تیم در نقاط مناسب صرف گردد. این قبیل موارد را که عدول از آنها جایز نیست اصطلاحاً *گاوهای مقدس* می‌نامند. گاوهای مقدس در واقع خطوط قرمزی هستند که به دلایل مختلف از جمله مسائل فنی، سیاسی-امنیتی و اجتماعی مورد نظر کارفرما یا مشتری اصلی طرح هیچ‌گونه تغییری در آنها قابل پذیرش نمی‌باشد.

در صورتی که نتایج کار تیم منجر به ارائه توصیه‌هایی گردد که خطوط قرمز را زیر سؤال ببرد، نتایج مطالعه قابل پذیرش و قابل اجرا نخواهد بود.

هر چه محدودیت‌ها بیشتر باشند، تیم برای خلاقیت و ارائه راه‌کارهای جدید، محدودتر خواهد بود. بنابراین سعی بر این است تا این قبیل محدودیت‌ها با آگاهی کامل از دیدگاه‌ها و خواسته‌های ذی‌ربطان کلیدی پروژه (کارفرما، مشاور، پیمانکار و بهره‌برداران) و در نهایت واقع‌بینی تعیین گردد (کادر ۵).

کادر ۵- الزامات کارفرمایی

(پروژه ایستگاه راه‌آهن)

۱. پرهیز از مسایل اجتماعی
۲. رعایت سقف زمانی برای استفاده از اعتبار تخصیص یافته در بودجه

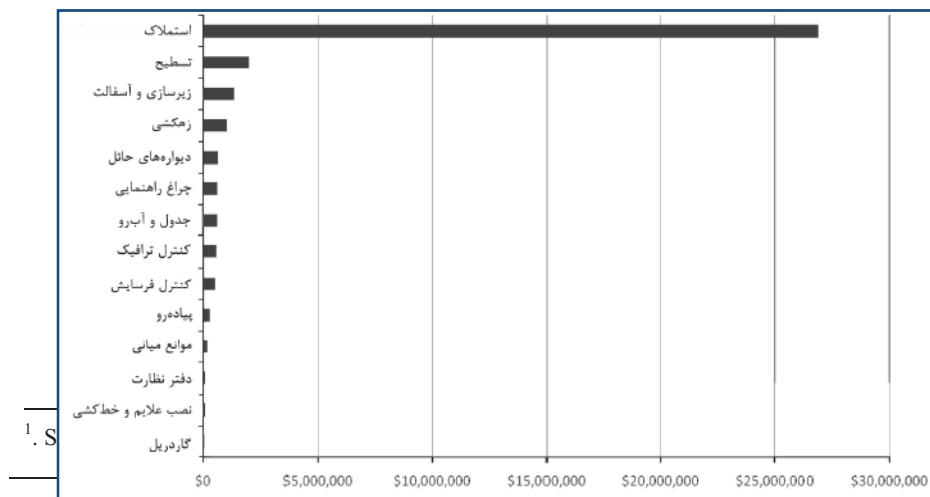
آشنایی با مهندسی ارزش

به‌منظور تحلیل کامل‌تر پروژه، بایستی اطلاعات هزینه‌ای پروژه در اختیار باشد. مدل هزینه، اطلاعات هزینه‌ای پروژه را به صورت خلاصه ارائه می‌کند. مدل هزینه در ابتدای پروژه به عنوان مبنا مورد توافق قرار می‌گیرد. مدل هزینه کمک می‌کند تمرکز تیم بر نقاط پرهزینه صورت پذیرد. شکل ۲-۲ نمونه‌ای از مدل هزینه پروژه به‌سازی بزرگراه را نشان می‌دهد.

شکل شماره ۲-۲: مدل هزینه (پروژه به‌سازی بزرگراه)

ذی‌ربطان^۱

نهادهای یا افرادی هستند که به نوعی در اجرای پروژه یا طرح، مؤثر بوده یا از اجرای آن تأثیر می‌پذیرند. ذی‌ربطان می‌توانند شامل بخش‌های دولتی و غیردولتی (بخش خصوصی یا سازمان‌های مردم‌نهاد) باشد. کارفرما، مشاور، پیمانکار به‌طور مستقیم با اجرای طرح و مسایل فنی آن مرتبط هستند و از این بابت حضور نمایندگان آنان در کارگاه مطالعه ضروری می‌باشد اما همواره در هر طرح عواملی وجود دارند که به‌طور غیرمستقیم با پروژه مرتبط بوده و در کیفیت اجرای نتایج مطالعه ارزش تاثیرگذار می‌باشند. ارتباط مؤثر با این عوامل و دریافت نظرات آنها از عوامل موفقیت مطالعه ارزش می‌باشد (کادر ۶).



کادر ۶- ذی ربطان

(پروژه اسکله بازرگانی)

۱. سازمان بنادر و کشتیرانی
۲. شرکتهای بارانداز
۳. بازرگانان و صاحبان کالا
۴. صاحبان کشتیها
۵. کامیون داران
۶. اهالی منطقه
۷. اداره گمرک
۸. مهندسان مشاور
۹. شرکتهای سازنده (پیمانکار)

معیارهای ارزیابی

معیارهای ارزیابی ملاک ارزیابی پیشنهادها و گزینهها قرار می گیرند. تیم مطالعه ضمن تعیین معیارها در ابتدای مطالعه به عنوان مبانی مطالعه باید مشخص نماید این معیارها چه ارتباط مهمی با گزینههای پیشنهادی پایان مطالعه خواهند داشت. معیارها باید مستقل از یکدیگر بوده و تأمین آنها به معنای حصول رضایت سفارش دهنده مطالعه باشد. معیارها با تبادل نظر هم زمان ذی ربط پروژه تعیین می شود (کادر ۷).

کادر ۷- معیارهای ارزیابی

(پروژه تونل سازی)

۱. کاهش زمان اجرا
۲. کاهش خسارات زیست محیطی
۳. تطبیق هزینه با بودجه تخصیصی
۴. پشتیبانی و حمایت از صنایع و تجهیزات داخلی
۵. سهولت بهره برداری نگهداری و تعمیرات
۶. رضایت ذی ربطان
۷. سهولت اجرا
۸. افزایش ایمنی بهره برداری
۹. انتقال تکنولوژی

د) تعیین اعضای تیم مطالعه و برنامه ریزی برگزاری جلسات مطالعه

اعضای تیم به پیشنهاد راهبر مطالعه و تأیید کارفرما انتخاب می شوند. تعداد اعضا بسته به ابعاد پروژه و پیچیدگی های فنی آن بین ۵ تا ۱۵ نفر انتخاب می شوند.

راهبر تیم مطالعه ارزش، برنامه زمانی مطالعه، مکان تشکیل جلسات و الزامات پشتیبانی را با مشورت با اعضای تیم مشخص می کند. این شرایط شامل هماهنگی رفت و آمد اعضا به محل برگزاری جلسات، تدارکات پذیرایی و وجود دستگاه های صوتی و تصویری سالم و دیگر موارد مرتبط است. همچنین راهبر تیم، فعالیت های جمع آوری اطلاعات را طوری بین

اعضای تیم تقسیم می‌کند که تمام اطلاعات مورد نیاز برای مطالعات در زمان مناسب فراهم آید. نتیجه این جمع‌آوری اطلاعات در قالب گزارش پیش‌مطالعه، تدوین و برای استفاده در فاز اطلاعات در کارگاه اصلی در اختیار اعضای تیم قرار می‌گیرد.

۲-۲-۲. مطالعه یا کارگاه اصلی

مرحله مطالعه یا کارگاه اصلی، گام‌های عملی پیاده‌سازی روش‌شناسی ارزش را شامل می‌شود. این کارگاه در شش فاز اطلاعات، تحلیل کارکرد، خلاقیت، ارزیابی، توسعه و ارائه انجام می‌گیرد (جدول ۲-۲).

جدول شماره ۲-۲: برنامه کار مطالعه اصلی

مطالعه ارزش	
فاز	فعالیت
۱. فاز اطلاعات	تکمیل، تدقیق و توافق بر روی اطلاعات و مبنای مطالعه
۲. فاز تحلیل کارکرد	تعریف کارکردها، دسته‌بندی کارکردها، تهیه مدل کارکردی، تعیین بهای کارکردها، محاسبه هزینه کارکردها، انتخاب کارکردهای برتر برای ادامه مطالعه
۳. فاز خلاقیت	ایده‌یابی برای کارکردهای برتر
۴. فاز ارزیابی	رتبه‌بندی و وزن‌دهی ایده‌های پیشنهادی، انتخاب ایده‌های مناسب برای بسط بیشتر
۵. فاز توسعه	تحلیل نهایی، تکمیل اطلاعات فنی، تهیه برنامه پیاده‌سازی، تهیه پیشنهاد نهایی و محاسبه شاخص ارزش آنها
۶. فاز ارائه	تدوین و ارائه گزارش شفاهی، تدوین و ارائه گزارش مکتوب، ارائه گزینه به کارفرما و کمک به انتخاب گزینه برتر توسط کارفرما

۲-۲-۲-۱. فاز اطلاعات

هدف فاز اطلاعات، کامل کردن مجموعه اطلاعاتی می‌باشد که در مرحله پیش‌مطالعه گردآوری شده است. اعضای تیم، کلیه اطلاعات مورد نیاز مطالعات ارزش را در یک نشست

یا کارگاه یا جلسه پرسش و پاسخ تکمیل و مبادله می‌نمایند. همچنین در صورت نیاز تیم از ساختگاه پروژه بازدید خواهد نمود.

در این فاز، توافقات لازم برای مصادیق و اهداف بهبود مانند ارزش، هزینه، کارایی و زمان صورت می‌گیرد و توافقات نهایی در این مورد، بعد از بازنگری نهایی مدون می‌شود. در انتهای این فاز بر اساس اهداف بهبود، محدوده مطالعات مجدداً بازنگری می‌گردد.

«گزارش پیش‌مطالعه» تهیه شده در این فاز مورد بررسی قرار گرفته و افراد تیم ضمن تسلط بر محتوای آن، توافق می‌کنند. این گزارش علاوه بر اطلاعات جمع‌آوری شده، تحلیل‌ها و نتایج موجود، حاوی مبانی مطالعه و مدل هزینه نیز می‌باشد که در این فاز تدقیق و تصویب می‌گردد.

کادر ۸ - همسان کردن اطلاعات

همسان کردن اطلاعات بین اعضای تیم و توافق بر روی آن باعث همگرا شدن کارگاه، جلوگیری از ایجاد اختلاف ناشی از اطلاعات متفاوت بین اعضا و حصول نتیجه بهتر در زمان کوتاه خواهد شد.

۲-۲-۲. فاز تحلیل کارکرد

شناسایی و تحلیل کارکردهای پروژه، قلب روش‌شناسی ارزش است. این فعالیت، اولین و مهم‌ترین گامی می‌باشد که روش‌شناسی ارزش را از سایر روش‌های بهینه‌سازی و حل مسأله متمایز می‌کند. هدف این فاز، شناسایی محدوده‌هایی از مطالعه است که بیشترین بهبود را در پروژه موجب می‌شوند. در این فاز نمودار تحلیل کارکرد توسط تیم با هدایت راهبر و تسهیل‌گر ترسیم می‌گردد و کل کارکردهای پروژه در قالب یک نمودار به تصویر

کشیده می‌شود. اعضای تیم، نمودار را به شکلی ترسیم می‌کنند که کارکردهای سطح بالا به کارکردهای سطح پایین و فعالیت‌ها مرتبط شوند و میان کارکردها منطق "چگونه؟- چرا؟" برقرار شود. معمولاً برای افرادی که در تجارب حرفه‌ای خود کمتر با دیدگاه کارکردی مواجه بوده‌اند، تکمیل این فاز مشکل خواهد بود ولی تلاشی که در این مرحله صرف می‌شود در فاز خلاقیت به ثمر خواهد نشست. پس از ترسیم مدل کارکردی پروژه با اجماع تیم، کارکردهای پرهزینه، دارای فرصت یا ریسک بالا برای فاز خلاقیت شناسایی و انتخاب می‌شوند.

کادر ۹- پرسش‌های راهگشا در فاز تحلیل کارکرد

۱. چه عملی انجام می‌دهد؟
۲. چه عملی باید انجام دهد؟
۳. این کارکرد در حال حاضر چقدر هزینه می‌برد؟
۴. این کارکرد چقدر می‌ارزد؟
۵. کارکرد، اصلی یا ثانویه است؟
۶. آیا کارکرد(های) غیرضروری وجود دارد؟

ایجاد بیان واحد بین متخصصان، هدف‌گرایی و نتیجه‌محور کردن مطالعه، سوق دادن بحث از اجزای پروژه به کارکردها، تجزیه و تحلیل و انتخاب نواحی پریپتانسیل برای بهبود (محل تمرکز فاز خلاقیت) و افزایش درک تیم مطالعاتی از پروژه و آماده‌سازی آنها برای پردازش ایده‌های مناسب از جمله اهدافی است که در فاز تحلیل کارکرد دنبال می‌شود.

تیم مطالعه در این فاز فعالیت‌های زیر را انجام می‌دهد:

۱. شناسایی و تعریف کارکردهای موضوع مطالعه در کوتاه‌ترین عبارت

مصرف‌کننده، کالا یا خدمات را به این دلیل خریداری می‌کند که کارکرد مشخصی را به ازای پولی که می‌پردازد برایش انجام دهد. بنابراین، اگر نتیجه کارکرد برابر انتظار نباشد، برای مصرف‌کننده غیرقابل استفاده خواهد بود و هر مقدار کاهش در هزینه، ارزش آن را بهبود نخواهد بخشید. کارکردهایی که کاربرد ضروری چیزی را از بین می‌برند، عملاً از ارزش آن برای مصرف‌کننده می‌کاهند. از طرف دیگر، کارکردهایی که فراتر از حد نیاز باشند، ارزش ناچیزی برای مصرف‌کننده خواهند داشت. بدین ترتیب، ساخت هر چیزی با کاربردی کمتر از حد مورد نیاز، غیر قابل قبول است و با کاربردی بیش از حد نیز، غیرضروری و به معنای هدردادن منابع است. تعریف کارکرد در قالبی کوتاه شخص را به ایجاز و دقت و می‌دارد.

۲. دسته‌بندی کارکردها به دو گروه کلی اصلی و ثانویه

کارکرد اصلی جنبه‌ای از کار را تعریف می‌کند که باید تحقق یابد. در واقع کارکرد اصلی به این پرسش پاسخ می‌دهد: «چه کاری باید انجام دهد؟». کارکرد ثانویه نیز جنبه‌هایی از کارکرد یک محصول یا سیستم را علاوه بر کارکردهایی که باید انجام شوند تعریف می‌کند. برای نمونه، کارکرد اصلی رنگ نمای ساختمان «حفاظت سطح» و کارکرد ثانوی آن «زیبایی ظاهر» است. در جدول ۲-۳ نمونه‌ای از کارکردهای اصلی و ثانویه پروژه به‌سازی بزرگراه ارائه گردیده است.

جدول شماره ۲-۳: نمونه‌ای از کارکردهای پروژه به‌سازی بزرگراه

نوع	کارکرد
اصلی	بهبود ایمنی
ثانوی	بهبود دسترس‌پذیری
اصلی	کاهش اثرات زیست‌محیطی
اصلی	کاهش فرسایش
ثانوی	افزایش خطوط عبوری
ثانوی	بهبود میدان دید

۳. ترسیم نمودار سیستمی تحلیل کارکرد^۱

چارلز بایتوی^۲ در سال ۱۹۶۴ روشی را برای تحلیل کارکرد ابداع کرد که به نمودار سیستمی تحلیل کارکرد مشهور شده است. امروزه از این روش برای تشخیص روابط درونی کارکردهای موضوع مطالعه استفاده می‌شود. جزئیات ترسیم این نمودار در بخش پیوست آورده شده است.

۴. تعیین هزینه و بهای کارکردها

بها، کم‌هزینه‌ترین راه انجام هر کارکرد است. تعیین بهای کارکرد، بدون توجه به اینکه کارکرد در کجا و چگونه به کار گرفته می‌شود، پس از مشخص شدن تمام کارکردها و طبقه‌بندی آنها در قالب اصلی و ثانوی و کنار گذاشتن کارکردهای غیر ضروری آغاز می‌شود. فاصله بین هزینه و بها در کارکرد، شکاف ارزش را به دست می‌دهد و کارکردهای با شکاف ارزش بالا یکی از نقاط پرتانسیل برای مطالعه بیشتر در جهت افزایش ارزش است.

^۱. Function Analysis Systems Technique (FAST)

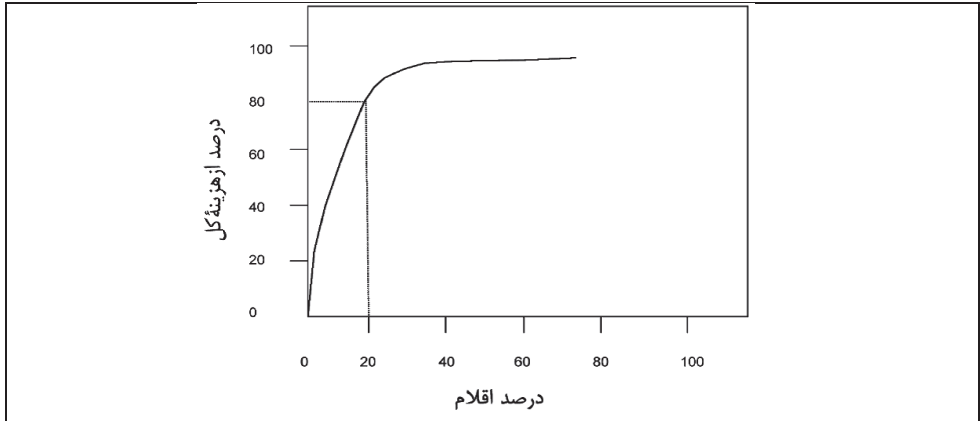
^۲. Charles Bythewat

۵. تعیین مناسب‌ترین کارکردها و نقاط بهبودپذیر

انتخاب نقاط بهبودپذیر، فعالیت انتهایی و از مهم‌ترین نتایج فاز تحلیل کارکرد می‌باشد. دقت در این فعالیت، موجب جهت‌دهی مناسب به فاز خلاقیت و در نتیجه خروجی‌های مطالعه خواهد شد. نقاط بهبودپذیر (کارکردهایی که پتانسیل بالا برای بهبود دارند)، اغلب با محاسبه شاخص ارزش (بها به هزینه) در کارهای صنعتی و در پروژه‌های عمرانی با در نظر گرفتن متغیرهایی چون ریسک، پیچیدگی، هزینه و معیارهای دیگر انتخاب می‌گردد. به عبارت دیگر، کارکردهایی انتخاب می‌گردند که پرهزینه، پرریسک، پیچیده یا دارای فرصت مناسب جهت بهبود باشند. تعداد این کارکردها با توجه به میزان زمان و توان تیم در فاز ایده‌پردازی، معمولاً بین ۵-۱۰ کارکرد متغیر می‌باشد. با استفاده از اصل پارتو نیز می‌توان کارکردهایی را که بیشترین سهم هزینه‌ای را دارند شناسایی کرد (کادر ۱۰).

کادر ۱۰- اصل پارتو

بر اساس این قانون که به قانون هشتاد- بیست نیز معروف است، ۸۰ درصد هزینه‌های پروژه از ۲۰ درصد فعالیت‌های آن ناشی می‌شوند. به بیانی دیگر، ۲۰ درصد زمان ما صرف پرداختن به ۸۰ درصد مسایل کاری و ۸۰ درصد وقتمان به ۲۰ درصد کارهایمان تعلق دارد. آلفرد پارتو اقتصاددان ایتالیایی (۱۹۲۳-۱۸۴۸) در پی مطالعات گسترده درباره توزیع ثروت در اروپا به این نتیجه رسید که در بعضی جوامع، گروه کمی از مردم ثروت هنگفتی را در اختیار دارند، در حالی که عده بسیار دیگری از ثروت ناچیزی بهره‌مندند. امروزه قانون پارتو در مسایل اقتصادی و بسیاری از مباحث کیفیت و فنون آماری به کار گرفته می‌شود.



۲-۲-۳. فاز خلاقیت

در این فاز، برای تحقق کارکردهای انتخاب شده، تعداد زیادی ایده پیشنهاد می‌شود. ایده‌ها با مشارکت فعالانه اعضای تیم، در فضایی به دور از قیود، عادات، سنن، خواسته‌ها و تمایلات منفی، محدودیت‌های فرضی و معیارهای خاص، پیشنهاد و ارائه می‌گردند. در طول این فعالیت، هیچ قضاوت یا بحثی میان اعضا صورت نمی‌گیرد و بررسی کیفی ایده‌ها در فاز بعد صورت می‌گیرد.

دو اصل راهنمای زیر برای موفقیت در فاز خلاقیت مدنظر قرار می‌گیرد:

۱. در این فاز، هدف ایجاد و ارائه راه‌های مختلف برای طراحی مجدد نیست، بلکه هدف تغییر و توسعه راه‌حل‌های تحقق کارکردهای منتخب است. در واقع نتیجه فاز خلاقیت در یک کارگاه ارزش می‌تواند طیف وسیعی از ایده‌ها را شامل گردد.

۲. خلاقیت یک فرآیند ذهنی است که در آن تجربه‌های قبلی با هم ترکیب شده و ترکیب جدیدی را حاصل می‌کند. هدف، ایجاد و ارائه ترکیب‌های جدیدی است که تحقق کارکردهای مورد نظر را با کمترین هزینه و همچنین بهبود کارایی نسبت به قبل، میسر نماید.

تکنیک‌های شناخته شده زیادی برای تولید ایده‌های جدید وجود دارد. اما به‌طور معمول در تمامی آنها از تکنیک‌های «توفان فکری»^۱ که ساده‌تر و مؤثرتر از سایر روش‌ها جهت ایجاد تعداد زیادی ایده می‌باشد، استفاده می‌گردد. سایر شیوه‌ها به‌ندرت و در مورد پروژه‌های خاص به‌کار می‌روند. اصل راهنما و موفقیت در همه آنها این است که ارزیابی انجام نمی‌گیرد و جریان آزاد افکار و ایده‌ها- بدون هیچ نقدی- صورت می‌گیرد.

^۱. Brain Storming

در فاز خلاقیت ذهن باید کاملاً باز باشد. آغاز فرآیند خلاقیت آسان نیست. بیشتر تمایل بر این است تا تخیل را محدود کرده تا پذیرش جمع حاصل گردد. ارزیابی و قضاوت از موانع مهم خلاقیت هستند که باید برداشته شوند. در این چارچوب مهم‌ترین نکته آن است که فاز خلاقیت به‌طور کامل از فرآیندهای تحلیلی جدا شود.

کادر ۱۱- قوانین توفان فکری

۱. هر گونه انتقاد ممنوع است، از ابراز مخالفت بایستی تا مدتی خودداری شود.
۲. بر چرخش آزاد اطلاعات تأکید داشته باشد. هر چه ایده‌ها، جسورانه‌تر باشد بهتر است.
۳. کمیت، مورد نظر است. هر چه تعداد ایده‌ها بیشتر باشد احتمال ظهور ایده‌های مفید بیشتر است.
۴. اعضای تیم به ترکیب ایده‌ها و اصلاح آنها ترغیب شوند و علاوه بر ایفای سهم خود در ارائه ایده‌های نو، پیشنهادهایی در راستای بهبود ایده‌های دیگران یا ترکیب ایده‌ها ارائه دهند. به یاد داشته باشید: هر چه تعداد ایده‌ها بیشتر باشد، شانس موفقیت بالاتر خواهد بود. همان‌طوری که غواص مروارید، هر بار تعداد زیادی صدف به سطح آب می‌آورد تا با خوش شناسی یک مروارید به‌دست آید، باید برای رسیدن به یک ایده عالی بایستی ایده‌های زیادی تولید کرد.

۲-۲-۴. فاز ارزیابی (قضاوت)

هدف فاز ارزیابی، تجزیه و تحلیل ایده‌های ارائه شده در فاز خلاقیت و انتخاب ایده‌های قابل اجرا، برای شرح و بسط (توسعه) بیشتر است. با استفاده از معیارهای ارزیابی تعیین شده در فاز پیش‌مطالعه، ایده‌ها، دسته‌بندی و وزن‌دهی می‌شوند.

این فاز شامل گام‌های زیر است:

۱. حذف ایده‌های غیرعملی و غیرمرتبط

۲. قرار دادن ایده‌های مشابه در یک دسته و نام‌گذاری دسته‌ها با عناوین کوتاه و مرتبط مانند مدیریتی، اقتصادی، عمرانی، فرآیندهای خاص و غیره
 ۳. در نظر گرفتن حداقل یک عضو تیم به‌عنوان مدافع برای هر ایده در بحث‌ها و ارزیابی‌های تیم (بدیهی است ارائه‌کننده ایده، مدافع آن خواهد بود و در صورتی که در این مرحله هیچ عضوی برای دفاع از ایده داوطلب نشد، ایده رها می‌شود).
 ۴. فهرست کردن مزایا و معایب هر ایده
 ۵. رتبه‌بندی ایده‌ها در هر دسته، با در نظر گرفتن اهمیت هر کدام از معیارهای ارزیابی و با استفاده از تکنیک‌هایی مانند ارزیابی عددی و اجماع تیمی
 ۶. انتخاب ایده‌های برتر برای توسعه در فاز بعد
- اگر هیچ‌کدام از ایده‌های نهایی بر اساس معیارهای ارزیابی، دارای رتبه بالایی نبودند، تیم باید دوباره به فاز خلاقیت برگردد. ایده‌های فاز خلاقیت مورد بحث و پرسش قرار می‌گیرند. هدف این است که ایده‌هایی که قابلیت تبدیل به مفاهیم کارآ و مؤثر را دارند، شناسایی گردند.

کادر ۱۲- پرسش‌های کلیدی: فاز ارزیابی

۱. آیا همه ایده‌ها به کار می‌آیند؟
۲. آیا ایده‌ها اجرایشده هستند؟
۳. ایده‌ها چقدر امکان‌پذیر و اقتصادی هستند؟
۴. مزایا و معایب هر ایده چیست؟
۵. هزینه ایده‌های برتر چقدر است؟

۲-۲-۵. فاز توسعه

هدف فاز توسعه، انتخاب و ترکیب بهترین راه‌حل‌های فاز ارزیابی و طرح گزینه‌های برتر برای بهبود ارزش است. این فاز شامل گام‌های زیر است:

۱. ابتدا گزینه‌ای را که دارای رتبه بالایی است انتخاب کرده و تحلیل‌های سود و الزامات اجرا مانند برآورد هزینه‌های اولیه، هزینه‌های دوره عمر و هزینه‌های تحمیلی بر گزینه مانند ریسک و عدم قطعیت‌ها صورت می‌گیرد.

۲. تجزیه و تحلیل افزایش کارآیی حاصله از اجرای هر گزینه، انجام می‌گیرد.

۳. برای هر گزینه پیشنهادشده، اطلاعات مختلف فنی و اجرایی در حد طراحی اولیه تهیه می‌شود. این طرح شامل برنامه زمان‌بندی، فعالیت‌ها، تیم و مدیریت مورد نیاز برای پیاده‌سازی گزینه پیشنهادی و مقایسه گزینه با طرح مبنا از نظر هزینه‌ها و میزان کارآیی می‌باشد.

۴. آخرین توصیه‌ها در مورد شرایط حاکم بر مطالعات ارزش مانند شرایط سیاسی، اضطراری، وجود پروژه‌های دیگر، بازار و سایر موارد اعمال گردد.

در این فاز، ایده‌های منتخب توسط تیم‌های کاری چندنفره توسعه داده می‌شوند. در فرم‌های توسعه منافع، مضرات، ریسک‌ها و عدم قطعیت‌های ایده‌ی پیشنهادی مطرح و هزینه طول عمر با تقریب قابل قبول برآورد می‌شود و با هزینه طرح مبنا مقایسه می‌گردد. موفقیت این فاز وابسته به اعمال دیدگاه پاراتویی می‌باشد. با توجه به وقت محدودی که برای توسعه ایده در دست است، باید تمرکز کاری بر روی ۲۰ درصد مسائلی باشد که ۸۰ درصد کارکردها را به دست می‌دهد.

اگر در توسعه ایده‌ها تلاش شود تا در حد امکان عدم قطعیت در برآورد منافع و هزینه‌ها در یک مقیاس باشد، مقایسه منصفانه ایده‌ها و پیشنهادهای با طرح مبنا منطقی‌تر و قابل اتکاتر خواهد بود. در فاز توسعه، امکان کمک‌گرفتن از نیروی کارشناسی پشتیبان و شرکت‌های متخصص در زمینه مورد بحث وجود دارد. البته تیم توسعه باید در نهایت بر اساس دیدگاه خود و با رعایت انصاف و بی‌طرفی کامل، منافع و هزینه‌های ایده را محاسبه نماید.

بهتر است حدود ۱۰ پیشنهاد در فاز توسعه تکمیل شوند، زیرا پخش توان تیم در ۲۰ یا ۱۵ پیشنهاد، احتمال موفقیت تیم را کاهش می‌دهد. از طرف دیگر، در اکثر مواقع توسعه ایده‌ای که پتانسیل صرفه‌جویی ۱۰۰ واحد پولی را دارد، هزینه خیلی بیشتری از یک ایده‌ای با پتانسیل صرفه‌جویی ۱ واحد پولی، نیاز ندارد و بهتر است بر طبق قانون پارتو توان تیم صرف ایده‌هایی شود که دارای افق و پتانسیل صرفه‌جویی بیشتر هستند. بسته به ماهیت پروژه، ممکن است ایده‌های توسعه‌یافته در قالب پیشنهاد مهندسی ارزش ارائه شوند یا با ترکیب ایده‌ها، گزینه‌های مختلف ارائه شوند. در پروژه‌های کوچک و متوسط این احتمال وجود دارد که فاز توسعه در جریان کارگاه به اتمام برسد ولی برای پروژه‌های بزرگ‌تر به‌طور معمول درصد مهمی از توسعه ایده‌ها بعد از کارگاه به انجام می‌رسد. سعی بر این است حداقل قسمتی از فاز توسعه در کارگاه با حضور تمامی اعضای تیم انجام گیرد، چرا که خروجی نهایی در این فاز محاسبه شاخص ارزش برای گزینه‌ها و مقایسه آنها با یکدیگر می‌باشد. همچنین گردهم آوردن کارشناسان خبره به آسانی انجام نمی‌شود و بهتر است از زمان کارگاه، حداکثر بهره‌برداری را به عمل آورد. نتیجه نهایی در این فاز، محاسبه شاخص ارزش برای هر گزینه و مقایسه گزینه‌ها با یکدیگر بر اساس این شاخص‌ها می‌باشد.

در انتهای فاز توسعه، از ترکیب ایده‌ها، سناریوها و در نهایت گزینه‌ها ایجاد می‌شوند. شاخص ارزش برای گزینه‌ها و طرح مبنا و بر اساس وزن‌دهی ساده به معیارهای وزن داده‌شده به هر گزینه محاسبه می‌شود. شاخص گزینه‌هایی که از طرح مبنا بیشتر بود به کارفرما برای تصمیم‌گیری ارائه خواهد شد. جدول ۲-۴ نحوه محاسبه شاخص ارزش را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۲-۴: نحوه محاسبه شاخص ارزش

شاخص ارزش (VI)	.....	معیار ۲ وزن (w ₂)	معیار ۱ وزن (w ₁)	معیار گزینه
	.....	n ₂	n ₁	گزینه ۱
	....	...	...	گزینه ۲

به هر یک از گزینه‌ها، بر اساس هر معیار، نمره ۱ تا ۱۰ داده می‌شود. وزن معیارها نیز با استفاده از روش مقایسه زوجی (AHP) قابل محاسبه می‌باشد. شاخص ارزش هر گزینه بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$VI_{\text{گزینه}} = \frac{n_1 w_1 + n_2 w_2 + \dots}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

کادر ۱۲- پرسش‌های کلیدی: فاز توسعه

۱. آیا این گزینه، ارزش را بهبود می‌دهد؟
۲. آیا همه نیازها را دربر دارد؟
۳. آیا با مشکلات اجرایی مواجه است؟
۴. نتایج و عوارض آن چیست؟
۵. تفاوت آن با دیگر گزینه‌ها در چیست؟

۲-۲-۲-۶. فاز ارائه

هدف از این فاز، ارائه دست‌آوردهای مطالعه ارزش و توافق درباره اجرایی‌بودن توصیه‌ها است. این دست‌آوردها شامل چند گزینه می‌باشد که قدرت انتخاب کارفرما بیشتر گردد. این فاز شامل ارائه شفاهی اولیه، همراه با یک گزارش کتبی کامل حاوی نتایج کلیه مراحل مطالعه است.

به‌عنوان آخرین مرحله کارگاه اصلی مطالعه ارزش، تیم مهندسی ارزش نظرات خود را برای تصمیم‌گیری ارائه می‌دهد. در طول ارائه و بحث‌های تعاملی، تیم مطالعه، تاییدهای مورد نیاز را برای اعمال تغییرات یا اطلاعات جدید مورد نیاز برای این کار به‌دست می‌آورد.

کادر ۱۳- ویژگی گزینه‌های پیشنهادی

۱. قابلیت اجرا داشته باشد.
۲. مشکلات و هزینه‌های اجرایی بررسی شده باشد.
۳. تحلیل صرفه‌جویی و افزایش هزینه طول عمر پروژه صورت گرفته باشد.
۴. داده‌های فنی و هزینه‌ای که راه‌کارهای ارائه‌شده را پشتیبانی کند، موجود باشد.

فاز ارائه، نقش کلیدی در موفقیت مطالعات ارزش دارد. اگر ایده‌ها و پیشنهادهای کارگاه ارزش به‌نحو مناسب و مؤثری ارائه نشود، ممکن است پیشنهادهای بسیار خوبی مورد پذیرش کارفرما قرار نگیرند. نکته مهم دیگر این است که اگرچه یک پیشنهاد عالی می‌تواند به علت ارائه بد، از دست برود ولی نمی‌توان با یک ارائه عالی یک ایده ضعیف را مورد پذیرش کارفرما قرار داد.

در فاز ارائه مطالعات ارزش، اقداماتی که تیم مهندسی ارزش از کارفرما درخواست می‌کند، باید کاملاً مشخص باشد. تهیه پیشنهادهای عالی و ارائه عالی آن برای تصمیم‌گیران، بدون مشخص کردن تصمیم یا اقداماتی که تصمیم‌گیرندگان باید اخذ کنند، باعث می‌شود نتایج مطالعات ارزش کم‌رنگ شوند. وظیفه تیم ارزش، تصمیم‌سازی است و تصمیم‌گیران بایستی به‌طور دقیق بدانند، برای تحقق منافع پیشنهادها چه اقداماتی باید انجام دهند. در این فاز، ارائه توسط راهبر و چند عضو تیم انجام می‌شود. پاسخ به پرسش‌ها و ابهامات مطرح‌شده، باید به‌صورت تیمی و با در نظر داشتن تخصص و عضویت در تیم توسعه ایده انجام گیرد. مدت زمان ارائه، حدود ۴۰ تا ۶۰ دقیقه است و زمان لازم برای بحث و پرسش و جواب در نظر گرفته می‌شود. کلیه مستندات پروژه بایستی به‌صورت الکترونیکی در دسترس بوده تا در هنگام پاسخ به پرسش‌های مربوط به فرآیند مطالعه استفاده گردند. توصیه می‌شود قبل از ارائه نهایی برای تصمیم‌گیران، ارائه در حضور اعضای تیم انجام شود و بر اساس پرسش‌ها و جواب‌های مطرح شده، ارائه نهایی آماده گردد. در ارائه، بهتر است نتایج حاصل‌شده به‌عنوان نتیجه کار تیمی ارائه شود.

کادر ۱۴- ساختار کلی گزارش (نمونه‌وار)

۱. مقدمه (معرفی پروژه، هدف پروژه، مکان و مدت پروژه، ذی‌ربطان، هزینه پروژه، استانداردهای پروژه، ضرورت‌های پروژه، دلیل انجام مطالعه ارزش)
۲. برنامه مطالعه (زمان‌بندی مراحل پیش مطالعه، مطالعه اصلی و مطالعه تکمیلی)
۳. تیم مطالعه ارزش (معرفی اعضای تیم، تخصص‌ها، نقش اعضا، تلفن، پست الکترونیک)
۴. تشریح مسئله (مسئله یا مشکل پروژه که با انجام مطالعه برای حل آن اقدام شده)
۵. شناسایی مسئله (دلیل بروز مسئله یا مشکل، پیامدهای عدم رفع آن، وضع موجود مسئله)
۶. تحلیل کارکرد (فهرست کارکردها، دسته‌بندی کارکردها، هزینه کارکردها)
۷. هزینه‌های پروژه
۸. شناسایی گزینه‌ها (راه‌حل‌های پیشنهادی، مسئول انجام آن و توالی انجام)
۹. ارزیابی و توسعه گزینه‌ها (مقایسه گزینه‌ها و ترکیبات مختلف آنها)
۱۰. مفروضات گزینه‌ها (ویژگی و مزایا و معایب گزینه‌ها)
۱۱. دلایل انتخاب گزینه برتر و محاسبه شاخص ارزش گزینه‌ها (توجیه زمان، هزینه، کیفیت)
۱۲. جمع‌بندی
۱۳. توصیه‌ها و پیشنهادها

۲-۲-۳. مطالعه تکمیلی

هدف مطالعه تکمیلی یا فاز اجرا، حصول اطمینان از پیاده‌سازی و به‌کار بستن تغییراتی است که در پایان مطالعه ارزش توصیه شده‌اند. آخرین گام از بابت تضمین اجرای پیشنهادهای مطالعه ارزش، دارای اهمیت فوق‌العاده‌ای است. تا زمانی که ایده‌های مطالعه، اجرا نشود، عملاً مطالعه مؤثر واقع نخواهد شد. مهم‌ترین وظیفه کارشناسان تیم مهندسی

ارزش یا دیگر متخصصان مورد تأیید مدیریت این است که تغییرات تیم مهندسی ارزش را تکمیل کرده و طرحی اجرایی، تهیه، تکمیل و ارائه کنند. یکی از دلایل عضویت یکی از مسئولان پروژه به عنوان عضو تیم ارزش همین نکته است. در حالی که راهبر تیم ارزش ممکن است پیشرفت‌های اجرایی را دنبال کند، مشاور (طراح) پروژه مسئول اجرا است. هر گزینه باید به طور مستقل طراحی و تأیید شده و تغییرات قراردادی مورد نیاز قبل از اجرا ذکر گردد.

۲-۳. زمان مناسب و مدت زمان انجام مطالعات مهندسی ارزش

بهترین زمان برای انجام یک مطالعه ارزش در پروژه‌ها مراحل اولیه توسعه پروژه است، زیرا پیشنهادها تیم مهندسی ارزش با تأخیر قابل اجرا می‌باشد. در این راستا سه مقطع زمانی توصیه می‌شود:

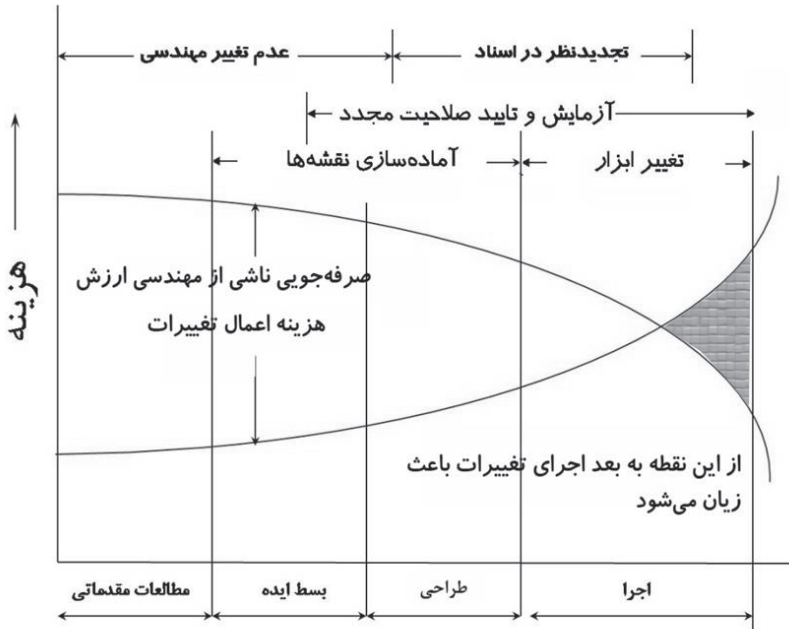
۱. انتهای فاز برنامه‌ریزی (فاز صفر) برای پروژه‌های خیلی بزرگ

۲. انتهای طراحی اولیه (فاز یک)

۳. در حین و انتهای طراحی (فاز دو)

پتانسیل صرفه‌جویی در مراحل اولیه پروژه بیشتر است و هر چه مطالعه مهندسی ارزش زودتر انجام شود به دلیل ذهنی و انعطاف‌پذیرتر بودن طرح و وجود محدودیت‌های کمتر، توان بهبود ارزش بیشتری وجود دارد ولی مسأله مهم این است که در این مرحله اطلاعات کمی از پروژه وجود دارد. بنابراین به صورت یک قاعده کلی، اگر قرار است در پروژه‌ای یک مطالعه ارزش انجام شود، بهترین مقطع زمانی، پایان فاز یک (طراحی اولیه) می‌باشد.

با پیشرفت پروژه از مرحله مقدماتی به طراحی تفصیلی، امکان تغییر در سطوح بالای پروژه از دست می‌رود. با شروع مرحله ساخت، این امکان کاهش یافته و توانایی مانور گروه‌های مطالعات مهندسی ارزش محدود می‌شود. در فاز بهره‌برداری اغلب باید بین چند گزینه بهره‌برداری، یک (یا چند) گزینه را انتخاب نمود. مجدداً با ورود به فاز بازسازی، امکان بهبود ارزش طرح افزوده می‌شود و می‌توان به ایجاد گزینه‌های جدید و تغییرات کلی امیدوار بود. در شکل ۲-۳، نمودار هزینه اعمال تغییرات و پتانسیل کاهش هزینه‌های طرح نشان داده شده است.



شکل شماره ۲-۳: هزینه اعمال تغییرات و پتانسیل کاهش هزینه

انتخاب زمان مطالعات مهندسی ارزش برای پروژه‌ها، گاه به اندازه کیفیت مطالعات در بهبود ارزش مؤثر و تعیین‌کننده است. برای پروژه‌هایی که شرایط خاصی (میزان پیچیدگی

آشنایی با مهندسی ارزش

متوسط یا هزینه بیش از مقدار معین) داشته باشند، مطالعه ارزش در مراحل برنامه ریزی و طراحی ضروری می باشد. بر اساس بخشنامه ۱۰۰/۲۱۵۹۱۹ مورخ ۸۴/۱۲/۱۴ سازمان مدیریت و برنامه ریزی، زمان های مناسب (اجباری و اختیاری) برای پروژه های کوچک (۱۰۰-۲۰ میلیارد ریال)، متوسط (۳۰۰-۱۰۰ میلیارد ریال)، بزرگ (۸۰۰-۳۰۰ میلیارد ریال) و بسیار بزرگ (بیشتر از ۸۰۰ میلیارد ریال) در جدول ۲-۵ آورده شده است.^۱

جدول شماره ۲-۵: مناسب ترین زمان و میزان اهمیت برگزاری کارگاه مهندسی ارزش در پروژه های عمرانی

طراحی تفصیلی			امکان سنجی نهایی و طراحی اولیه	امکان سنجی اولیه	اندازه طرح یا پروژه
۷۵ درصد پیشرفت	۵۰ درصد پیشرفت	۲۵ درصد پیشرفت			
-			۳-۵ روز کارگاه اجباری	-	کوچک
۳-۵ روز کارگاه اختیاری			۳-۵ روز کارگاه اجباری	-	متوسط
۳-۵ روز کارگاه اختیاری	۳-۵ روز کارگاه اختیاری	۵ روز کارگاه اختیاری	۵ روز کارگاه اجباری	۳ روز کارگاه اختیاری	بزرگ
۳-۵ روز کارگاه اختیاری	۳-۵ روز کارگاه اختیاری	۵ روز کارگاه اختیاری	۵ روز کارگاه اجباری	۳ روز کارگاه اجباری	بسیار بزرگ

۲-۴. نمونه مطالعه فرضی مهندسی ارزش - پروژه پیاده سازی

الف) معرفی پروژه

خیابانی فرضی در حد فاصل نقطه الف تا ب با طول ۴۵۰۰ متر دارای دو پیاده رو ۶ متری (با احتساب عرض نهر) می باشد. سطح تقریبی پیاده رو ۶۰۰۰۰ مترمربع می باشد. این پروژه به منظور ساماندهی خیابان تعریف شده است. طی سالیان متمادی سطح پیاده رو به نفع

^۱ لازم به ذکر است که بر اساس بخشنامه دولت در سال ۱۳۸۶، در پروژه های بیشتر از ۱۰۰ میلیارد ریال، انجام مطالعه مهندسی ارزش اجباری است.

سطح خیابان عقب‌نشینی کرده و افزایش جمعیت موجب شده تا حداکثر استفاده از پیاده‌رو برای حرکت پیاده مد نظر قرار گیرد. به این منظور به سطح فضای سبز و سطح جوی به‌عنوان یک پتانسیل برای الحاق به پیاده‌رو نگاه شد که در این حالت با انقطاع در طول مسیر فضای سبز سطحی به پیاده‌رو افزوده گردید و سطح نهر یا جوی در موارد خاصی به پیاده‌رو و در موارد دیگر به خیابان اختصاص داده شد.

ب) اهداف پروژه

۱. مناسب‌سازی مسیر جهت استفاده تمامی اقشار جامعه از جمله آسیب‌مندان جسمی - حرکتی
۲. افزایش کارایی، زیبایی و نوآوری
۳. قابلیت نگهداری آسان
۴. جلب رضایت شهروندان
۵. حفظ هویت محلی

ج) اهداف مطالعه مهندسی ارزش

۱. کاهش هزینه طرح
۲. بهبود کارایی و کیفیت پیاده‌رو

د) مسایل و فرصت‌ها

مسایل و مشکلات طرح به شرح زیر می‌باشد:

۱. شیب زیاد خیابان
۲. آلودگی‌های محیطی
۳. فضای سبز ناهمگون
۴. مبلمان ناکافی و نامناسب با تنوع زیاد
۵. عدم توجه به فضاهای جمعی شهری در مقیاس‌های متفاوت
۶. تعدد میادین
۷. تردد زیاد و معضلات اجرایی ناشی از آن
۸. اغتشاش بصری موجود در لبه‌ها و بدنه
۹. مقاومت شهروندان در برابر تغییر
۱۰. کمبود فضاهای باز شهری
۱۱. اختلاف فرهنگی جنوب و شمال خیابان
۱۲. وجود بافت فرسوده
۱۳. مقاومت سازمان‌های شهری و عدم مدیریت یکپارچه شهری
۱۴. عدم رعایت قوانین شهروندی
۱۵. معضلات و بزهکاری‌ها
۱۶. سد معبر فراگیر
۱۷. وجود پادگان‌ها و مراکز سیاسی در مجاورت خیابان
۱۸. نهرهای روباز

۱۹. کمبود نقدینگی کارفرما و مطالبات پیمانکاران
۲۰. نامعلوم بودن محل تاسیسات شهری
۲۱. تجاوز به حریم پیاده‌رو (مغازه‌ها، سواری‌ها)
۲۲. طول عمر کمتر از حد طبیعی پیاده‌روها
۲۳. بر و کف غیر همگون

فرصت‌ها

فرصت‌هایی است که در طرح وجود دارد یا ایجاد خواهد شد و مطالعات مهندسی ارزش از آن فرصت‌ها برای بهبود طرح بهره‌مند می‌گردد:

۱. عرض قابل قبول پیاده‌رو
۲. وجود بدنه‌های با ارزش
۳. وجود بورس‌های خاص و فعالیت‌های شغلی در این خیابان
۴. ایجاد اشتغال در زمان اجرای پروژه
۵. وجود فضای سبز نسبی
۶. وجود مراکز حساس سیاسی
۷. تجارب پروژه‌های مشابه قبلی در شهرداری منطقه
۸. لزوم سرپوشیده کردن انهار
۹. مشارکت شهروندان در پروژه‌های شهری
۱۰. وجود ساختمان‌های اداری مهم در اطراف خیابان
۱۱. عزم مدیران منطقه به پیاده‌روسازی
۱۲. وجود مصالح متنوع و تجارب و امکان دسترسی به کیفیت بالاتر اجرا

۱۳. اجرای مهندسی ارزش (استفاده از خرد جمعی متخصصان)

۱۴. تشویق به پیاده‌روی

۱۵. وجود تکنولوژی‌های جدید اجرایی و تجارب جهانی

ه) محدوده مطالعه مهندسی ارزش

خیابان مورد نظر از نقطه الف تا ب

و) ذی‌ربطان (عوامل تأثیرپذیر از مطالعه مهندسی ارزش)

۱. عابران و مغازه‌داران

۲. اماکن خاص (بیمارستان، پادگان، مجموعه فرهنگی - ورزشی)

۳. مردم مناطق اطراف

۴. کارفرما (شهرداری منطقه)

۵. مشاور

۶. پیمانکاران آتی پروژه پیاده‌روسازی

ز) الزامات کارفرمایی و محدودیت‌های مطالعه

۱. لزوم پیاده‌روسازی

۲. محدودیت منابع مالی

۳. رعایت الزامات مرتبط با مناسب‌سازی پیاده‌رو ویژه معلولین

۴. طرح‌های بالادست مصوب (طرح جامع و تفصیلی)

ح) معیارهای ارزیابی

۱. افزایش زیبایی
۲. افزایش طول عمر
۳. بهبود عملکرد
۴. کاهش اثرات جنبی ناشی از اجرا
۵. سهولت نگهداری و تعمیرات
۶. مطابقت با سنت و فرهنگ ایرانی
۷. افزایش ایمنی، امنیت و بهداشت

۲-۴-۱. برنامه کار مطالعه مهندسی ارزش

۲-۴-۱-۱. پیش مطالعه

در این مطالعه با توجه به ماهیت پروژه و تعدد ذی‌ربطان، اخذ نقطه‌نظرات آنها از طریق ایجاد فضای مناسب و برگزاری کارگاه و جلسات هم‌اندیشی میسر گردید (سمینار پیش مطالعه).

۲-۴-۱-۲. کارگاه اصلی

بازدید از محل پروژه

در روز اول کارگاه و پیش از برگزاری کارگاه، اعضای تیم از نزدیک با محل اجرای پروژه آشنا شده و از وضعیت موجود اطلاعات محلی کسب کردند.

فاز اطلاعات

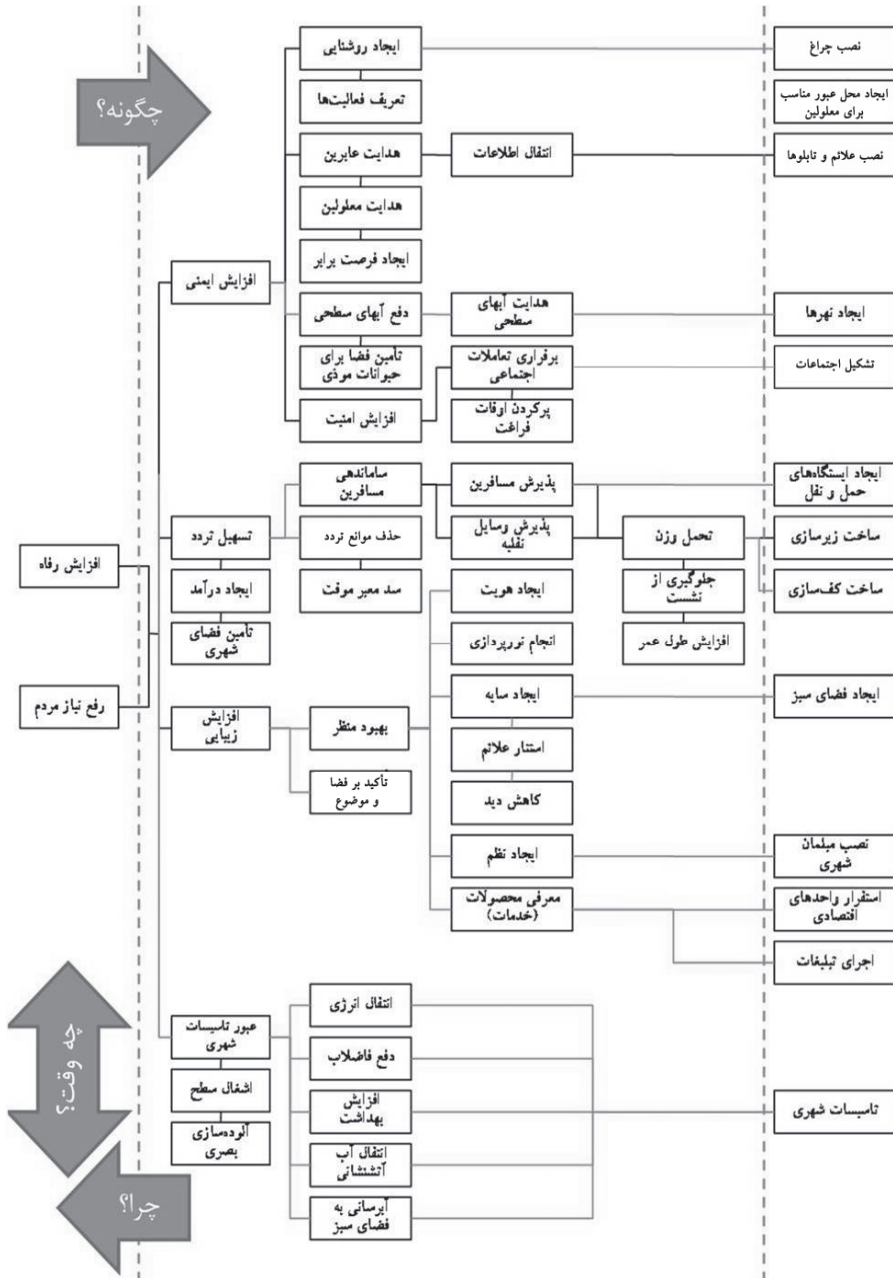
- در فاز اطلاعات، فعالیت‌های زیر انجام گرفت؛
- الف) توضیح مختصر فازها و فعالیت‌های پیش رو
- ب) مرور اقدامات انجام‌شده در مطالعه حاضر
- ج) توضیحات مشاور درباره طرح
- د) تدقیق مبانی مطالعه
- ه) تعیین معیارهای ارزیابی گزینه‌ها و وزن‌دهی به روش AHP (جدول ۲-۶)

جدول شماره ۲-۶: وزن معیارهای ارزیابی پروژه

کد	معیار ارزیابی	درصد
C	بهبود عملکرد	۱۷/۲
G	افزایش ایمنی	۱۶/۲
B	افزایش طول عمر	۱۴/۹
A	افزایش زیبایی	۱۴/۷
E	سهولت تعمیرات و نگهداری	۱۴/۲
D	کاهش اثرات جانبی ناشی از اجرا	۱۲/۰
F	مطابقت با سنت و فرهنگ ایرانی	۱۰/۸

فاز تحلیل کارکرد

برای تعیین کارکردها از روش فهرست اجزا استفاده گردید. در این روش، ابتدا اجزای پروژه شناسایی و سپس کارکردهای هر جزء تعیین می‌شود. بعد از تعیین کارکردها، نمودار تحلیل کارکرد با مشارکت و همکاری اعضای تیم ترسیم شده است. شکل ۲-۴ نمودار سیستمی تحلیل کارکرد را نشان می‌دهد.



پس از تعیین کارکردها و ترسیم نمودار تحلیل کارکرد، کارکردهایی که پرهزینه، پریسک و دارای فرصت بالا بودند، شناسایی شدند. این کارکردها به‌عنوان کارکردهای مناسب برای فاز خلاقیت انتخاب گردیدند. در جدول ۲-۷ فهرست کارکردهای منتخب ارائه گردیده است.

جدول شماره ۲-۷: فهرست کارکردهای منتخب

ردیف	کارکرد	نوع کارکرد
۱	عبور تأسیسات	پر هزینه، پر ریسک
۲	تحمل وزن	پر هزینه
۳	بهبود منظر	پر فرصت، پر هزینه
۴	تسهیل تردد	پر ریسک
۵	انتقال اطلاعات	پر فرصت
۶	سد معبر	پر هزینه، پر ریسک

فاز خلاقیت

پس از انتخاب کارکردهای پر فرصت، پر هزینه و پر ریسک، در فاز خلاقیت، اعضای تیم ایده‌های خود را در مورد هریک از کارکردها مطرح کردند. در مجموع ۳۶۵ ایده مطرح گردید (جدول ۲-۸).

جدول شماره ۲-۸: کارکردهای منتخب و تعداد ایده‌های مربوطه

کارکرد	تعداد ایده‌ها
تحمل وزن	۵۲
تسهیل تردد	۶۱
بهبود منظر	۱۰۱
سد معبر موقت	۵۹
انتقال اطلاعات	۲۶

۳۱	عبور تاسیسات شهری
۳۵	خارج از محدوده
۳۶۵	جمع کل

فاز ارزیابی

در این فاز هر یک از ایده‌ها با لحاظ معیارهای ارزیابی مورد توافق اعضای تیم، مورد ارزیابی قرار گرفتند. هر ایده توسط پیشنهاددهنده توضیح داده شد و سپس در مورد آن، یک مخالف و یک موافق صحبت کردند. در نهایت تیم با اجماع درباره ایده تصمیم گرفت. همچنین ایده‌هایی که مشابه یکدیگر بوده یا عملکرد یکسانی داشتند با هم تلفیق و به صورت یک ایده واحد مورد ارزیابی قرار گرفتند. در نهایت ۱۰ ایده به عنوان ایده‌های برتر و تعداد ۲۵ ایده به عنوان توصیه‌های برتر انتخاب گردیدند.

فاز توسعه

پس از اتمام فاز ارزیابی و امتیازدهی و ادغام ایده‌ها، تیم‌های توسعه برای ایده‌های منتخب تعیین گردیدند. در جدول ۲-۹ ایده‌های برتر ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۲-۹: ایده‌های برتر

ایده
استفاده از انرژی خورشیدی و ال.ای.دی برای روشنایی پیاده‌رو
اصلاح کف‌سازی (جایگزینی سنگ کف، سنگ‌های نورانی)
زیرسازی (حذف زیرسازی بین درختان، بتن مگر، به‌سازی با آهک)
تخریب مرحله به مرحله
سرپوشیده کردن نهرها با دال بتنی
احداث سرویس بهداشتی مکانیزه

نگهداری و رعایت دستورالعمل‌های مربوط به آن
ایجاد شبکه انتقال آب به جای نهر
احداث کانال تأسیسات روی نهر
نصب چراغ روی تیر برق‌های موجود

جهت توسعه ایده‌ها، نسبت به انتخاب تیم توسعه متناسب با تخصص‌های مورد نیاز اقدام گردید. هر یک از تیم‌ها نیز فرم‌های پیشنهادیه مرتبط به هر یک از ایده‌ها را تکمیل نمودند. در جدول ۲-۱۰ نتایج مطالعه به صورت خلاصه آورده شده است. پیشنهادهای ارائه شده به دو دسته سناریوهای سازه‌ای و مدیریتی تقسیم و به چند گزینه منتهی گردید. گزینه‌ها حاصل ترکیب یک یا چند ایده می‌باشد (اغلب اوقات با هم‌دیدن ایده‌ها تحت عنوان گزینه باعث هم‌افزایی می‌گردد) و پس از آن شاخص برای هر گزینه ارزش محاسبه و جهت تصمیم‌گیری به کارفرما ارائه گردید.

جدول شماره ۲-۱۰: نتایج مطالعه

ردیف	پیشنهادها	توضیحات
۱	استفاده از انرژی خورشیدی و ال.ای.دی برای روشنایی پیاده‌رو	کاهش وابستگی به برق سراسری ادامه فعالیت در زمان بحران
۲	اصلاح کف‌سازی (جایگزینی سنگ کف، استفاده از سنگ‌های نورانی)	افزایش ایمنی و زیبایی افزایش قابلیت تعمیر و نگهداری
۳	زیرسازی (حذف زیرسازی بین درختان، بتن مگر، بهسازی با آهک)	افزایش سرعت اجرا بهبود زهکشی و تعمیرات و نگهداری
۴	تخریب مرحله به مرحله	کاهش مشکلات ترافیکی حین اجرا فدانشدن کیفیت طرح به کمبود بودجه
۵	سرپوشیده کردن نهرها با دال بتنی	کاهش زمان اجرای نهر به میزان ۳۵٪ کاهش مشکلات ترافیکی حین اجرا
۶	احداث سرویس بهداشتی مکانیزه	افزایش بهداشت، زیبایی و رضایت مردم سهولت بهره برداری و نگهداری
۷	نگهداری و رعایت دستورالعمل‌های مربوط به آن	افزایش طول عمر پیاده‌رو

ردیف	پیشنهادها	توضیحات
		کاهش دفعات، هزینه و زمان تعمیرات
۸	احداث کانال تأسیسات روی نهر	تسهیل دسترسی به تأسیسات افزایش طول عمر پیاده‌رو
۹	نصب چراغ بر روی تیر برق‌های موجود	تسریع در نصب و راه‌اندازی کاهش فعالیت اجرایی
۱۰	ایجاد شبکه انتقال آب به جای نهر	افزایش بهداشت افزایش طول عمر

۲-۵. مطالعه مهندسی ارزش عوارضی تهران - کرج

۲-۵-۱. فاز اطلاعات

عوارضی مورد مطالعه در کیلومتر ۱۴ اتوبان تهران - کرج قرار دارد و به طور متوسط بر اساس برآوردهای صورت گرفته روزانه ۱۲۰ هزار خودرو از آن عبور می‌کردند. توقف این تعداد خودرو برای پرداخت عوارضی علاوه بر اثرات زیست‌محیطی (به صورت تولید گازهای آلاینده)، زمان و هزینه مضاعفی را بر رانندگان تحمیل می‌نمود. همچنین با توجه با یارانه‌ای بودن سوخت، هدر رفتن سوخت خودروهای متوقف شده و زمان انتظار به نسبت بالای آنها از جمله مسائل اساسی ناشی از سیستم پرداخت عوارضی بوده است. مبنای مطالعه مهندسی ارزش به شرح زیر می‌باشد؛

اهداف پروژه

اهداف موردنظر برای ایجاد عوارضی شامل موارد زیر بوده است؛

الف) بازگشت سرمایه ساخت راه

ب) تامین منابع مالی جهت نگهداری و تعمیرات اتوبان

ج) کسب سود

اهداف مطالعه مهندسی ارزش

به‌طور معمول مطالعه مهندسی ارزش برای حل مسأله یا افزایش شاخص ارزش صورت می‌پذیرد، در این مطالعه «افزایش شاخص ارزش» به عنوان هدف مطالعه مورد توجه قرار گرفت.

محدوده مطالعه

عوارضی تهران- کرج واقع در کیلومتر ۱۴ اتوبان تهران- کرج

الزامات کارفرمایی (گاوهای مقدس)

الزامات کارفرما "دریافت عوارض" می‌باشد.

ذی‌ربطان

ذی‌ربطان پروژه شامل موارد زیر می‌باشد:

الف) اداره راه و ترابری استان تهران

ب) پلیس راه استان تهران

ج) رانندگان

د) مسافران

ه) وزارت نفت

و) اداره کل حفاظت از محیط‌زیست استان تهران

معیارهای ارزیابی

معیارهای ارزیابی در ذیل آورده شده است:

الف) کاهش هزینه

ب) کاهش اتلاف وقت

ج) حفظ یا ارتقاء کیفیت خدمات

د) کاهش زمان اجرا

۲-۵-۲. تحلیل کارکرد

برای تحلیل کارکرد از روش «فهرست اجزاء» استفاده گردید که شامل:

۱. تعیین اجزای مختلف پروژه

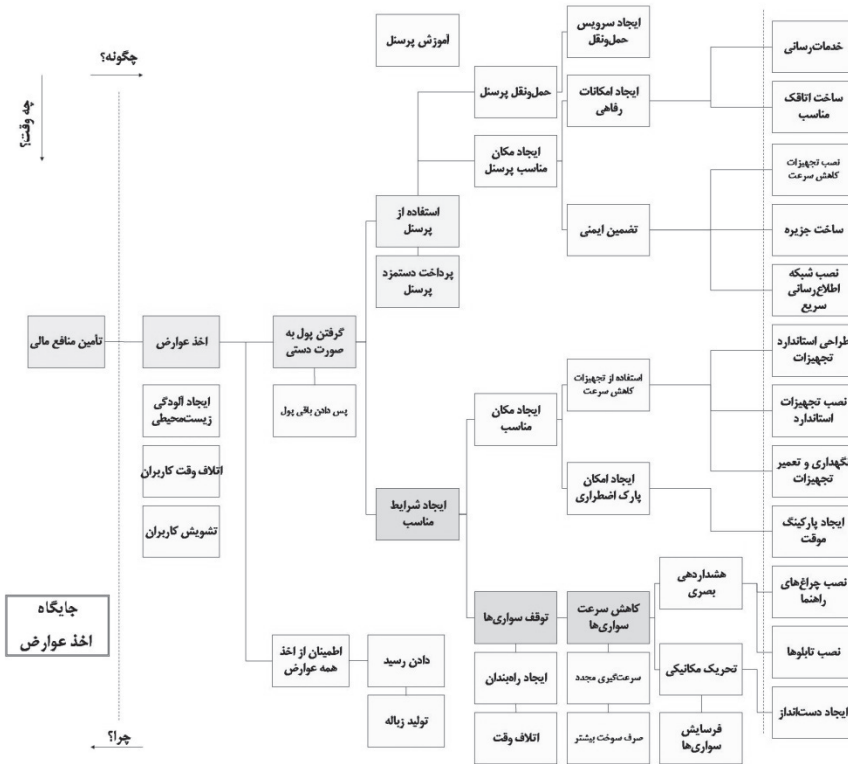
۲. تعیین اجزاء کارکرد هر جزء و کل پروژه

۳. رسم نمودار تکنیک سیستمی تحلیل کارکرد (FAST)

۴. تعیین کارکردهای منتخب

در شکل ۲-۵ نمودار تکنیک سیستمی تحلیل کارکرد آورده شده است. کارکردهای

منتخب با رنگ متفاوت مشخص شده‌اند.



شکل شماره ۲-۵: نمودار تحلیل کارکرد عوارضی تهران - کرج

۲-۵-۳. فاز خلاقیت

جهت ایده‌پردازی در خصوص کارکردهای منتخب، از تکنیک توفان فکری استفاده گردید.

تعدادی از مهم‌ترین ایده‌های پیشنهادی به شرح زیر می‌باشند.

۱. افزایش پهنای اتوبان در مقطع عوارضی

۲. افزایش تعداد باجه‌ها

۳. استفاده از وسایل نقلیه عمومی

۴. حذف عوارضی از یک طرف و گرفتن دو برابر مبلغ عوارضی از طرف دیگر
 ۵. حذف ایستگاه عوارضی
 ۶. استفاده از کارت هوشمند
 ۷. استفاده از GPS
 ۸. گرفتن عوارض به صورت سالیانه
 ۹. افزایش بهای بنزین
 ۱۰. گرفتن عوارض در قیمت اولیه خودرو
 ۱۱. گرفتن عوارض از خودروهای تک‌سرنشین
 ۱۲. معافیت عوارضی برای خودروهای عمومی
 ۱۳. استفاده از جاده‌های موازی
 ۱۴. ایجاد خط مترو
 ۱۵. نزدیک‌شدن محل کار و زندگی
 ۱۶. گسترش شهر الکترونیک
 ۱۷. ایجاد عوارضی در چند مقطع
 ۱۸. انتقال عوارضی به انتهای اتوبان (نزدیک کرج)
 ۱۹. احداث جایگاه عوارضی دو طبقه
 ۲۰. آموزش همگانی
- نکته قابل توجه این که ایده "حذف عوارضی" جزو محدودیت‌های کارفرمایی می‌باشد که در فاز ارزیابی مورد بررسی قرار نمی‌گیرد ولی ذکر آن به عنوان ایده در این مرحله اشکالی ندارد.

۲-۵-۴. فاز ارزیابی، توسعه و ارائه

پس از فاز خلاقیت، ایده‌ها توسط ایده‌دهنده یا مدافع مطرح گردیده و یک نفر موافق و یک نفر مخالف نظر می‌دهند. اعضای تیم از روش وزن‌دهی ساده (بین ۱ تا ۱۰) به ایده‌ها امتیاز می‌دهند. بنابراین با غربال اولیه تعدادی از ایده‌های برای بسط بیشتر به فاز توسعه ارجاع می‌شوند. ایده‌های برتر شامل ایده‌های شماره ۱، ۲، ۴، ۶، ۱۵، ۱۷ و ۲۰ توسط تیم مطالعه انتخاب شدند.

از ترکیب ایده‌ها، چهار گزینه به شرح زیر انتخاب گردید:

گزینه	عنوان گزینه	شماره ایده (ایده‌ها)
۱	گرفتن عوارض دو برابر از یک مسیر (مسیر دیگر بدون عوارض)	۴
۲	افزایش پهناى اتوبان در مقطع عوارضی در باند جنوبی، افزایش تعداد باجه‌ها و گرفتن دو برابر عوارض از یک مسیر (باند شمالی رایگان)	۴ و ۲ و ۱
۳	گرفتن عوارض به صورت الکترونیکی و هوشمند	۶ و ۷ و ۲۰
۴	گسترش شهر الکترونیک	۱۶ و ۲۰

در انتها شاخص ارزش برای گزینه‌های مختلف محاسبه می‌شود. برای این کار معیارها با استفاده از روش مقایسه زوجی (AHP) وزن‌دهی می‌گردد.

شماره	معیار	وزن معیار (درصد)
۱	کاهش هزینه	۲۷
۲	کاهش اتلاف وقت	۳۰
۳	حفظ یا ارتقاء کیفیت خدمات	۲۸
۴	کاهش زمان اجرا	۱۵

شاخص ارزش هر یک از گزینه‌ها در جدول زیر محاسبه شده است.

شاخص ارزش	کاهش زمان اجرا	حفظ یا ارتقاء کیفیت خدمات	کاهش اتلاف وقت	کاهش هزینه	معیار گزینه
	.۱۵	.۲۸	.۳۰	.۲۷	
۷/۱۴	۸	۶	۷	۸	گزینه ۱
۷/۸۸	۷	۸	۹	۷	گزینه ۲
۶/۱۵	۵	۷	۶	۶	گزینه ۳
۵/۳۱	۳	۶	۷	۴	گزینه ۴

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، گزینه‌ها به ترتیب امتیاز شامل ۲ و ۱ و ۳ و ۴ می‌باشد. در فاز ارائه، گزینه‌ها همراه با مشخصات و جزئیات فنی، اقتصادی و الزامات اجرایی به کارفرما ارائه می‌شود و کارفرما می‌تواند یکی از چهار گزینه را برگزیند.

خلاصه

مهندسی ارزش علاوه بر افزایش ارزش، یک شیوه حل مسأله است. حل مسأله به‌طور معمول شامل کاهش هزینه‌های پروژه و گاه افزایش قابلیت‌ها و کاربردهای یک محصول است و زمانی نیز رفع معضلات و موانع فعالیت‌های جاری یک پروژه می‌باشد و حتی گاهی با هدف یافتن راه‌حلی برای کاهش ریسک‌های پروژه انجام می‌شود.

مهم‌ترین ویژگی مهندسی ارزش، برنامه کار ساختاریافته آن است. به‌بیان دیگر، قابلیت‌های این روش به‌واسطه ترتیب و توالی دقیق اقداماتی است که در قالب یک مطالعه منطبق بر برنامه کار انجام می‌شود. از ابتدای مطرح‌شدن مهندسی ارزش، این روش ارتباط گسترده‌ای با روش‌های مستندسازی و گردآوری اطلاعات، فنون خلاقیت، فنون تصمیم‌گیری و شیوه‌های ارائه داشته است. در حال حاضر، کارگاه‌های مهندسی ارزش بدون استفاده از یک یا دو روش خلاقیت برگزار نمی‌شود و کارشناسان معتقدند کمتر روشی مانند مهندسی ارزش را می‌توان یافت که تا این درجه به خلاقیت اهمیت داده باشد و آن را در برنامه کار خود قرار دهد. از سوی دیگر نیز، بهترین روش‌های ارزیابی و تصمیم‌سازی در مراحل برنامه کار مهندسی ارزش استفاده می‌شود.

به منظور موفقیت مطالعات مهندسی ارزش، ضروری است شرایط زیر فراهم گردد:

۱. توجه به دیدگاه ذی‌ربطان پروژه

۲. کیفیت و صحت داده‌ها و اطلاعات

۳. شفافیت هدف‌ها

۴. استفاده از راهبر مجرب

۵. اعضای خبره تیم مطالعه

۶. پویایی روابط انسانی

۷. برنامه‌ریزی دقیق

۸. تبعیت از برنامه کار مهندسی ارزش

خودآزمایی

۱. اهمیت برنامه کار و پیروی از آن در مطالعه مهندسی ارزش در چیست؟
۲. چرا بایستی تمامی اطلاعات مرتبط با پروژه و دیدگاه‌های ذی‌ربطان را گردآوری کرد؟
۳. اهمیت شناسایی و تعریف درست کارکردها در چیست؟
۴. طبقه‌بندی کارکردها بر مبنای چه منطقی صورت می‌گیرد؟
۵. ترسیم روابط کارکردها چه کمکی به شناخت درست موضوع مطالعه می‌کند؟
۶. تفاوت هزینه و بهای کارکرد در چیست؟
۷. اصلی‌ترین تفاوت کارکرد اصلی و کارکرد فرعی در چیست؟
۸. کارکرد اصلی گام‌های پیش‌مطالعه، مطالعه اصلی و مطالعه تکمیلی را بیان نمایید؟
۹. کارکردهای اصلی فازهای اطلاعات، تحلیل کارکرد، خلاقیت، ارزیابی، توسعه و ارائه را بیان نمایید؟
۱۰. عوامل مثبت و منفی در تفکر خلاقانه چه هستند؟
۱۱. فنون مختلف تفکر خلاقانه را به اختصار توضیح دهید؟
۱۲. در جلسه توفان فکری از چه قواعدی بایستی پیروی کرد؟
۱۳. اهمیت فاز ارزیابی در چیست؟
۱۴. آیا تمام ایده‌ها بایستی مورد ارزیابی قرار گیرند؟
۱۵. برای جلب نظر تصمیم‌گیران، در ارائه پیشنهادها چه ملاحظاتی بایستی مد نظر قرار گیرد؟

۱۶. اهمیت حمایت مدیریت از مطالعه مهندسی ارزش در چیست؟
۱۷. چه تکنیک یا مرحله باعث می شوند در مهندسی ارزش تضاد به تفاهم تبدیل شود؟

پیوست

عناوین:

- پیوست ۱. نمودار سیستمی تحلیل کارکرد
- پیوست ۲. فنون خلاقیت
- پیوست ۳. فنون ارزیابی
- پیوست ۴. ویژگی‌های تسهیل‌گر
- پیوست ۵. تحلیل هزینه‌تولید طول عمر
- پیوست ۶. پرسش‌های متداول درباره مهندسی ارزش
- پیوست ۷. کاربرگ‌های مورد استفاده جهت انجام مطالعات مهندسی ارزش

پ-۱. نمودار سیستمی تحلیل کارکرد^۱

پ-۱-۱. مقدمه

پیش‌تر گفته شد که هدف اصلی مرحله تحلیل کارکرد، شناخت و درک کامل پروژه است. مرحله تحلیل کارکرد، منحصر به فردترین جنبه روش‌شناسی ارزش است. تحلیل کارکرد به مثابه کلید گشودن درهای خلاقیت عمل می‌کند. مایلز معتقد بود که افراد در بسیاری اوقات در حصار افکار خود محدود می‌شوند و به راهی نیاز دارند که بتوانند افق دید خود را برای شناسایی گزینه‌های بیشتر گسترده‌تر سازد. مایلز در بررسی‌های خود به دو نتیجه مهم رسید:

۱. تفکر خلاقانه در حصار مفاهیم موجود گرفتار شده است،

۲. تمرکز روی نیازها و خواسته‌ها که بعدها کارکرد نام گرفت به شکستن محدودیت‌ها، شناسایی فرصت‌ها و نگاه خلاقانه منجر می‌شود.

بر این اساس بود که مفهوم کارکرد و تحلیل روابط کارکردها به مهم‌ترین مؤلفه روش‌شناسی ارزش تبدیل شد. در این میان، نمودار سیستمی تحلیل کارکرد، ابزار اصلی برای این مقصود ابداع گردیده است.

پ-۱-۲. انواع نمودار سیستمی تحلیل کارکرد

نمودار تحلیل کارکرد برای انتقال بیشترین اطلاعات مهم در کمترین فضای ممکن و تشخیص روابط و توالی کارکردها و زمان رخ دادن آنها ترسیم می‌شود. این نمودار، ابزاری

^۱. Function Analysis Systems Technique (FAST)

برای تحلیل سیستمی پروژه با نگاه کارکردی است. نمودار تحلیل کارکرد از اولین باری که به عنوان یک تکنیک مطرح شد تا امروز که آخرین بازنگری‌ها درباره نحوه ترسیم و قواعد رسم آن انجام گردیده، تغییرات زیادی کرده است. نمودار تحلیل کارکرد به سه گونه قابل ترسیم است:

۱. کلاسیک^۱

۲. تکنیکی^۲

۳. مشتری‌گرا^۳

اصول اصلی هر سه مدل تحلیل، کارکرد یکسان است. تفاوت ظاهری این سه مدل بیشتر در نوع ترسیم، شکل ظاهری نمودار و نگرش تیم در زمان تعریف کارکردها است: اینکه آنها کارکردها را از دید مشتری یا کاربر تعریف کنند، نگرش‌شان از موضع فنی باشد یا آنکه دیدگاهی کلاسیک و همراه با تعریف فعالیت‌ها نسبت به اجزای پروژه و کارکردهای آنها داشته باشند.

نمودار کلاسیک: در این مدل از نمودار، کارکردها در محدوده مطالعه و خطوط راهنما و با رعایت توالی آنها ترسیم می‌شود. سپس زیر هر کارکرد، فعالیت‌های نوشته می‌شود که می‌تواند آن را محقق سازد.

نمودار تکنیکی: در این مدل، کارکرد در محدوده مطالعه و خطوط راهنما ترسیم می‌گردند، اما هیچ توضیح اضافه‌تری مانند نمودار کلاسیک ذکر نمی‌شود.

نمودار مشتری‌گرا: در این مدل، کارکردها از دید مشتری/ کاربر تعریف می‌شوند و بدون داشتن خطوط محدودکننده نمودار، ترسیم نمودار ادامه می‌یابد.

¹. Classical
². Technical
³. Customer oriented

در پروژه‌ها و کارگاه‌های مهندسی ارزش، معمولاً نمودار تکنیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

پ-۱-۳. ترسیم نمودار سیستمی تحلیل کارکرد

برای ترسیم نمودار تحلیل کارکرد یک محصول / خدمت / پروژه / فرآیند، ابتدا هر یک از کارکردهای تعریف‌شده به صورت اسم و فعل روی برگه‌های کوچک نوشته می‌شود و سپس کارکردی که به بهترین شکل هدف و منظور اصلی موضوع مطالعه را نشان می‌دهد در منتهی الیه سمت چپ قرار می‌گیرد. ساختار درختی نمودار از این نقطه به سمت راست گسترش می‌یابد. در این مسیر کارکردهایی که پاسخگوی پرسش «چگونه؟» نسبت به یک کارکرد و کارکردهای مرتبه پایین‌تر هستند، در سمت راست آن و کارکردهایی که پاسخگوی پرسش «چرا؟» و کارکردهای مرتبه بالاتر هستند در سمت چپ آن قرار می‌گیرند. پس از تهیه نمودار، مسیر بحرانی متشکل از مسیر کارکردهای ضروری مشخص می‌گردد.

به‌طور معمول تلاش می‌شود ابتدا این مسیر مشخص و پس از آن محل قرارگیری سایر کارکردها در نمودار تعیین گردد. این کار با انتخاب هر یک از کارکردهای باقی‌مانده و طرح پرسش «چه وقت؟» انجام می‌شود. پاسخ به این پرسش، موقعیت کارکرد را نسبت به مسیر اصلی نمودار مشخص می‌سازد. به بیان دیگر، می‌توان کارکردی از مسیر اصلی را که به‌طور هم‌زمان با کارکرد باقی‌مانده محقق می‌شود، مشخص نمود و این کارکرد را در پایین آن قرار داد. ارتباط این کارکردها با کارکردهای مسیر اصلی، ارتباطی عمودی است. بالا یا پایین قرار گرفتن کارکردها نسبت به مسیر اصلی تفاوتی نمی‌کند و تنها مسایلی همچون ظاهر

نمودار می‌تواند بر محل قرارگیری آنها مؤثر باشد، زیرا به‌طور معمول در پایین یا بالای هر کارکرد مسیر اصلی زنجیره‌ای از کارکردها قرار می‌گیرند که در پاسخ به پرسش «چه وقت؟» تعیین موقعیت شده‌اند. بنابراین بهتر است ضمن تلاش برای به حداقل رساندن تقاطع خطوط در نمودار، شکل نهایی آن وضوح کافی داشته باشد.

محدوده نمودار نیز توسط خطوط مرزی مشخص می‌شود که در حقیقت محدوده مطالعات مهندسی ارزش است. در دو سوی این خطوط، دو کارکرد قرار می‌گیرند. به بیان دیگر، کارکرد با بالاترین مرتبه در سمت چپ تمامی کارکردها و خارج از خط محدوده و کارکرد با پایین‌ترین مرتبه در سمت راست تمامی کارکردها و خارج از خط محدوده قرار می‌گیرند. این دو کارکرد نیز مفهوم و نقش خاصی دارند و به ترتیب عبارتند از:

کارکرد با بالاترین مرتبه: کارکردهایی که هدف نهایی یا نتیجه مورد انتظار از موضوع مطالعه هستند و کارکردهای پایه، برآوردکننده آنها می‌باشند.

کارکرد با پایین‌ترین مرتبه: کارکردهای خارج از محدوده مطالعات در سمت راست به عنوان داده‌های آغازین بررسی مسأله محسوب می‌شوند. مشابه حالت قبل، هر کارکردی روی مسیر بحرانی برای کارکردهای سمت چپ خود، کارکرد مرتبه پایین‌تر تلقی می‌شود.

پ-۱-۴. نمونه‌هایی از نمودار سیستمی تحلیل کارکرد

الف. رسم نمودار تحلیل کارکرد اورهد

جهت رسم نمودار تحلیل کارکرد اورهد، ابتدا لازم است که اجزا و کارکردهای هر یک از آنها به صورت فعل و اسم تعیین گردند (جدول پ-۱). در شکل پ-۱ نیز نمودار سیستمی تحلیل کارکرد اورهد رسم شده است.

جدول شماره پ-۱- اجزاء و کارکردهای اورهد

ردیف	جزء	فعل	اسم
۱	کل اورهد	انتقال	اطلاعات
		فرستادن	تصویر
۲	لامپ تصویر	تولید	نور
		تولید	گرما
۳	فن	دفع	گرما
		تولید	صدا
۴	مبدل جریان	تبدیل	انرژی
۵	لنز	تمرکز	بر تصویر
		تقویت	تصویر
۶	سیم	دریافت	جریان

شکل شماره پ-۱: نمودار سیستمی تحلیل کارکرد اورهد

ب. رسم نمودار تحلیل کارکرد تیرچراغ برق

در جدول پ-۲، اجزای چراغ برق به همراه کارکردهای آنها به تفکیک پایه و ثانویه ارائه شده است. زمانی که محدوده مطالعه کل سیستم تیر چراغ برق است، چراغ تنها جزء دارای کارکرد پایه می باشد. اینکه یک کارکرد، کارکرد پایه یا کارکرد ثانویه باشد، به محدوده مطالعات بستگی دارد.

جدول شماره پ-۲: اجزای تیر چراغ برق و کارکردهای آنها

اجزا	کارکرد	پایه	ثانویه
پی	حمل بار - مقاومت در برابر بار- انتقال بار	---	ث
میله مهاری	انتقال بار- نگهداری تیر	---	ث
پایه	نگهداشتن تیر- گرفتن تیر- پوشش تیر	---	ث
بازوی ضمیمه	نگهداشتن محفظه-گسترش نور- حفاظت سیم	---	ث
محفظه	نگهداشتن چراغ-انتقال الکتریسیته- پراکندن نور- انعکاس	---	ث
چراغ	تولید نور-اتلاف گرما	پ	---

شکل شماره پ-۲: نمودار سیستمی تحلیل کارکرد تیر چراغ برق

پ-۲. فنون خلاقیت

خلاقیت عبارت است از ترکیب و تلفیق مفاهیم موجود در قالب ایده یا اندیشه‌ای نو که در راستای هدفی ارزشمند تولید می‌شود. فنون متعددی برای خلاقیت وجود دارد که مهندسی ارزش می‌تواند در مرحله خلاقیت و ایده‌یابی به کار گیرد. از این فنون می‌توان به صورت انفرادی یا جمعی، بسته به موضوع مطالعه و انتخاب تسهیل‌گر استفاده کرد. در زیر فهرستی از برخی فنون شناخته‌شده و به کار رفته در این مرحله ارائه می‌گردد.

پ-۲-۱. توفان فکری^۱

در این روش گروهی از کارشناسان از تخصص‌های گوناگون گرد هم می‌آیند. تیم توسط راهبر هدایت می‌شود و یک دستیار، ایده‌ها را ثبت می‌کند. تیم حاضر در جلسه، بایستی اطلاعات موضوع مطالعه را به‌طور کامل مطالعه نموده و کلیه الزامات کارفرمایی و دامنه پروژه را شناخته باشد. مهم‌تر از همه، مسأله مورد بحث را درست درک نموده باشد (درک صحیح صورت مسأله نیمی از حل کل مسأله می‌باشد). قوانین خلاقیت باید به‌طور کامل اجرا گردد و موانع اصلی بروز خلاقیت از میان برداشته شده باشد. راهبر تیم با یک مقدمه و یک مثال جامع و نزدیک به مسأله، جلسه را آغاز می‌کند و مسأله و جوانب آن را تشریح می‌نماید. حاضرین در برگه‌های مخصوص، هر ایده‌ای را که برای حل مسأله به ذهنشان

^۱.Brainstorming

می‌رسد یادداشت می‌کنند. در این جا کمیت بالای ایده‌ها بسیار مهم می‌باشد و قضاوتی در کار نیست.

پ-۲-۲. روش گوردون^۱

این روش در نقطه مقابل توفان فکری قرار دارد. گروه هیچ پیش‌آگاهی از موضوع مورد بحث ندارد و راهبر جلسه موضوعی متناسب و البته کمی جدا از بحث مورد نظر را مطرح می‌کند و با یک توالی مناسب مسأله را غیرمستقیم مطرح می‌کند. همه حاضرین ایده می‌دهند. جلسه هنگامی پایان می‌یابد که راهبر جلسه به‌عنوان تنها عضو گروه که اطلاعات جامعی از مسأله دارد، احساس نماید به قدر کفایت، درباره موضوع اصلی ایده داده شده است.

پ-۲-۳. فهرست کنترل^۲

مبنای اصلی و فلسفه این روش، جمله «گذشته را ببینید، آینده را تخیل کنید»، است. ایده‌های گذشته و نقاط ضعف و قوت آنها می‌تواند راه‌حل مناسبی را در اختیار ما قرار دهند.

پ-۲-۴. تحلیل مورفولوژیکی^۳

^۱.Gordon

^۲.Checklist

^۳.Morphological

روش جامعی است که در آن از تمام ترکیبات ممکن، فکریایی که احتمالاً در حل مسأله مفید واقع خواهند شد، فهرست برداری می‌شود. مراحل کار به شرح زیر است:

۱. مسأله را به کلی‌ترین شکل ممکن بیان کنید.
۲. پارامترهای مستقلی که این راه‌حل بایستی با آنها تطبیق پیدا کند را تعریف کنید.
۳. تمام راه‌های جایگزین برای رسیدن به هر عامل را فهرست کنید. این گزینه‌ها را می‌توان برای کمک به تجسم ترکیب‌های ممکن در یک نمودار وارد کرد و در معرض دید قرار داد.

پ-۲-۵. فهرست کردن خصوصیات^۱

این روش جزء محور است. ابتدا فهرستی از اجزای مختلف یک پروژه تهیه می‌شود و افراد گروه تخیل خود را به سمت تغییر اجزا با حفظ کارکرد سوق می‌دهند. روش کار به‌طور عموم شامل چهار مرحله زیر است:

۱. موضوعی که قرار است بهبود یابد انتخاب می‌شود.
۲. بخش‌های آن موضوع فهرست می‌شود.
۳. خصوصیات یا صفات اساسی آن موضوع و بخش‌های آن فهرست می‌شود.
۴. این خصوصیات در راستای بهبود تغییر داده می‌شود یا اصلاح می‌شود.

پ-۳. فنون ارزیابی

پ-۳-۱. ارزیابی به کمک روش دلفی

^۱.Attribute Listing

روش دلفی توسط اولاف هلمر^۱ و همکارانش در قالب طرحی در ایالات متحده در دهه ۱۹۶۰ برای ایجاد ساختاری برای مباحثه صحیح و به دور از تأثیر احساسات ابداع شد و ابتدا برای رسیدن به اجماع نظر درباره وقوع یا عدم وقوع رویدادی در بازه زمانی مشخص در آینده به کار رفت.

از آن زمان تاکنون اصلاحاتی روی این روش صورت گرفته و دامنه استفاده از آن گسترش یافته است. روش دلفی، نوعی مبادله نظرات در شرایط کنترل شده است که در آن دلایل، ایده‌ها و ارزیابی افراد بدون انتقاد و جدل مطرح می‌شود. به‌طور کلی این روش بر پایه پرسش از افراد متخصص در زمینه موضوع مورد نظر استوار است و برای افزایش دقت و صحت نتایج، هیچ یک از افراد مورد پرسش، از هویت دیگر افراد اطلاع ندارند.

پاسخ افراد به پرسش‌ها، ارزیابی می‌شود تا مشخص گردد که ایده‌ها درباره هر مسأله، تا چه اندازه هم‌گرایی دارند. مسایلی که کمترین هم‌گرایی در نظرات را دارند، مجدداً به افراد بازگردانده می‌شوند و از آنان خواسته می‌شود علت نظر خود را بیان یا آن را اصلاح کنند. در صورتی که پس از سه بار و گاهی تا پنج بار رفت و برگشت به هم‌گرایی منجر نشود، احتمال وقوع آن مسأله بسیار پایین فرض می‌گردد. بر عکس به مسایلی که بیشترین هم‌گرایی در آن وجود دارد، بالاترین احتمال وقوع تخصیص می‌یابد.

روش دلفی زمینه‌های هم‌گرایی بالا را مشخص می‌سازد و به‌عنوان یک روش پیش‌بینی مبتنی بر خرد جمعی عمل می‌کند. افراد دخیل در کار به‌طور عموم افراد با تجربه‌ای هستند که به‌طور معمول بر وقوع مسأله مورد پرسش تأثیر دارند، از این رو هم‌گرایی بالا نشان‌دهنده عزم و تلاش متخصصان در آینده برای تحقق مسأله مورد نظر است. با اینکه در روش دلفی تلاش می‌شود گروه به اتفاق نظر دست پیدا کنند، ولی طرح نظرات شفاف سبب

^۱O. Helmer

می‌گردد این روش حتی در صورت عدم دستیابی به نتیجه واحد، اشتباهات احتمالی پروژه را رفع نماید. از سوی دیگر، به سبب تعداد نسبتاً زیاد افراد دخیل در روش دلفی، ممکن است جمع‌بندی واحدی حاصل نشود و علاوه بر جمع‌بندی اصلی، نظرات دیگری نیز مطرح شود. به همین علت، روش دلفی فقط در زمره ابزارهای ارزیابی قرار نمی‌گیرد و می‌توان از آن برای طرح ایده‌های خلاقانه نیز استفاده کرد.

برای جلوگیری از طولانی شدن فرآیند ارزیابی، ابتدا آن دسته از نظرات که برآورده نیازها نیستند، حذف می‌شوند. سپس با استفاده از روش دلفی درباره گزینه‌های باقی‌مانده بررسی انجام می‌گردد. گزینه‌هایی که اعضای گروه، کمترین حمایت و پشتیبانی را داشته باشند حذف می‌شوند و تنها آن دسته از گزینه‌ها که از حمایت نسبی برخوردارند برای ارزیابی دقیق‌تر باقی می‌مانند. در نهایت نیز پیشنهادهای گروه به کارفرما، از میان همین گزینه‌ها انتخاب می‌شود.

پ-۳-۲. روش مارتین تیت^۱

^۱. Martin- Tate

برای انتخاب یک راه‌حل از میان راه‌حل‌های مختلف، به ویژه در مواقعی که معیارهای صریح تصمیم‌گیری اهمیت دارند، ابزار تصمیم‌گیری مارتین-تیت مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این روش در مواردی استفاده می‌شود که:

- الف) تصمیم‌گیری پیچیده و اهمیت زیادی دارد.
- ب) معیارهای متنوعی برای تصمیم‌گیری وجود داشته باشد.
- ج) دستیابی به اجماع درباره بهترین گزینه دشوار باشد.
- د) افراد تمایل شخصی خود را در انتخاب گزینه‌ها اعمال کنند.
- ه) بی‌طرفی تسهیل‌گر اهمیت داشته باشد.
- و) لزوم تصمیم‌گیری سریع، امکان استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی را محدود کرده باشد.

روش مارتین-تیت از هفت گام متوالی تشکیل می‌شود:

۱. در گام نخست ماتریس تصمیم‌گیری مطابق جدول زیر ترسیم می‌شود. ضروری است هدف تصمیم‌گیری در بالای شبکه ماتریس نوشته شود.

جدول شماره پ-۳: ماتریس تصمیم گیری

معیار	وزن معیار	گزینه های تصمیم		
		گزینه الف	گزینه ب	...
معیار ۱				
معیار ۲				
معیار ۳				
امتیاز گزینه				

۲. فهرست گزینه های تصمیم گیری در بالای ماتریس تصمیم گیری درج می شوند. این گونه گزینه ها به طور معمول محصول خلاقیت اعضای گروه می باشد. ضروری است پیش از آغاز فرآیند ارزیابی گزینه ها، توضیح لازم به اعضای گروه تصمیم گیری داده شود، به گونه ای که اطمینان حاصل گردد تمامی اعضای گروه از شناخت و درک کافی نسبت به تمامی گزینه ها برخوردارند.

۳. در این گام باید معیارهای تصمیم گیری به گونه ای تعریف شوند که امکان تمایز گزینه های مختلف برای گروه فراهم گردد.

ضروری است هر یک از گزینه های تصمیم بر اساس معیارهای تصمیم گیری ارزیابی شوند. باید توجه داشت بهترین عملکرد روش، در حالتی است که ۶ معیار یا کمتر برای تصمیم گیری وجود داشته باشد. معیارهای تعریف شده در این گام در ستون سمت چپ ماتریس درج می گردند.

۴. پیش از شروع ارزیابی گزینه ها، لازم است از معیارهای دو وضعیتی (بله- خیر یا صفر-یک) برای حذف گزینه های غیر ممکن استفاده شود.

۵. در این مرحله برای هر معیار، وزنی متناسب با اهمیت آن برگزیده می‌شود. مقیاس ۱ تا ۹ رایج‌ترین مقیاس است.

الف) مهم: ۱ تا ۳

ب) خیلی مهم: ۴ تا ۶

ج) فوق‌العاده مهم: ۷ تا ۹

توصیه می‌گردد به هر معیار، وزن متفاوتی اختصاص داده شود. همچنین در صورتی که اعضای گروه بر سر معیاری به توافق نرسیدند، از میانگین‌گیری برای تعیین وزن هر معیار استفاده می‌شود (جدول پ-۴).

جدول شماره پ-۴- ماتریس تصمیم‌گیری مارتین - تیت (گام پنجم)

معیار	وزن معیار	گزینه‌های تصمیم		
		گزینه الف	گزینه ب	...
معیار ۱	۳			
معیار ۲	۵			
معیار ۳	۱			
...	...			
امتیاز گزینه				

۶. هر یک از گزینه‌ها بر مبنای معیارها و با توجه به الگوی وزن‌دهی زیر درجه‌بندی می‌شوند:

الف) گزینه مورد نظر برآوردکننده الزامات معیار نیست: ۱

ب) گزینه مورد نظر، الزامات معیار را تا حدی برآورده می‌کند: ۳

ج) گزینه مورد نظر، الزامات معیار را کاملاً برآورده می‌کند: ۹

درجه‌بندی بالا، امکان تمایز گزینه‌های تصمیم را بر حسب معیارهای انتخاب فراهم می‌کند. درجه هر یک از گزینه‌ها (بر حسب معیار ارزیابی) در گوشه بالا و سمت چپ

آشنایی با مهندسی ارزش

خانه های ماتریس درج می شود (جدول پ-۵). لازم است اعضای گروه به صورت گروهی نسبت به ارزیابی و درجه بندی گزینه ها اقدام نمایند اما در صورت عدم دستیابی به اجماع، میانگین آرای اعضای گروه در ماتریس تصمیم گیری ثبت می شود.

جدول شماره پ-۵: ماتریس تصمیم گیری مارتین- تیت (گام ششم)

معیار	وزن معیار	گزینه های تصمیم		
		گزینه الف	گزینه ب	...
معیار ۱	۳	۱	۳	
معیار ۲	۵	۱	۱	
معیار ۳	۱	۹	۳	
...	...			
امتیاز گزینه				

۷. درجه های هر گزینه بر حسب هر یک از معیارها (اعداد بالا و سمت چپ هر خانه ماتریس)، در وزن آن معیار (ستون دوم سمت چپ) ضرب و حاصل در قسمت پایین و سمت راست خانه مربوطه درج خواهد شد (جدول پ-۶). برای هر گزینه تصمیم گیری، اعداد گوشه های پایین و سمت راست با هم جمع شده، حاصل در ردیف آخر درج می گردد. گزینه ای که بیشترین امتیاز را دارد، مناسب ترین گزینه با توجه به معیارهای تصمیم گیری است. لازم است منطقی بودن نتیجه به دست آمده، با همکاری اعضای گروه بررسی شود. اگر گزینه انتخابی از نظر منطقی صحیح نباشد، در معیار و وزن مربوطه بازنگری می شود. خلاصه نتایج گام های ماتریس مارتین- تیت در شکل درج شده است.

جدول شماره پ-۶: ماتریس تصمیم گیری مارتین- تیت (گام هفتم)

معیار	وزن معیار	گزینه های تصمیم		
		گزینه الف	گزینه ب	...
معیار ۱	۳	۱	۳	
معیار ۲	۵	۱	۱	
معیار ۳	۱	۹	۱	
...	...			
امتیاز گزینه		$3+5+9=17$	$9+5+1=15$	

پ-۳-۳. ارزیابی به روش تحلیل سلسله مراتبی^۱

پ-۳-۳-۱. تاریخچه

در اوایل دهه ۱۹۷۰، توماس ساعتی^۲ روش ساده‌ای را برای کمک به حل مسائل پیچیده بنیان‌گذاری کرد. او در سال ۱۹۷۷ به طور رسمی «تئوری سلسله مراتب‌های اولویت‌دهی» خود را ارائه نمود و آن را برای رتبه‌بندی ۱۰۳ پروژه مختلف حمل و نقل هوایی، جاده‌ای، ریلی، رودخانه‌ای و بندرگاهی در سودان به کار برد. انتشار کتاب «فرآیند تحلیل سلسله مراتبی» توسط ساعتی در سال ۱۹۸۰ و توسعه نرم‌افزار Expert Choice در سال ۱۹۸۳ که قابلیت استفاده در کامپیوترهای شخصی را داشت، باعث گسترش سریع استفاده از این روش در تحقیقات کاربردی علوم مختلف گردید. در ۲۵ سال گذشته، از این روش در بیش از ۳۰ زمینه علمی مختلف از جمله تخصیص منابع، برنامه‌ریزی استراتژیک، سیاست‌گذاری کلان و ارزیابی‌های متنوع و انتخاب گزینه‌های بهینه در مسایل پیچیده استفاده شده است. مزیت این روش که در آن از پرسش‌نامه بسته نیز استفاده می‌شود، نسبت به روش‌های معمول ارزیابی این است که عوامل، در گروه‌های مختلف طبقه‌بندی شده و نسبت به هم مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و در نهایت دو وزن نسبی محلی نسبت به گروه خود و وزن کلی نسبت به هدف مورد بررسی، تعیین می‌شود. به عبارت بهتر در روش سلسله مراتبی، می‌توان این عوامل را در یک مدل سلسله مراتبی سازمان‌دهی کرد و مقایسه معناداری بین عوامل واقع در یک سطح مشابه انجام داد.

^۱. Analytical Hierarchy Process (AHP)

^۲. Tomas L. Saaty

نقطه ضعف این روش این است که اگر حتی یکی از عوامل یا گزینه‌های مورد مقایسه حذف یا اضافه شوند، بایستی مقایسه‌ها دوباره صورت گرفته و محاسبات نیز تکرار شود. در اصل این مشکل ناشی از ماهیت مقایسه زوجی تمام عوامل و گزینه‌های مورد ارزیابی در این روش می‌باشد. لذا لازم است که در تدوین ساختار مدل و انتخاب عوامل و گزینه‌های مورد مقایسه، نهایت دقت اعمال گردد.

پ-۳-۳-۲. مبانی اصلی

توماس ساعتی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را بر مبنای چهار اصل زیر بنیان‌گذاری کرد و تمام محاسبات، قواعد و مقررات این روش را بر اساس آنها تدوین نمود:

(الف) اصل وارونگی: اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر n باشد، ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر $\frac{1}{n}$ خواهد بود.

(ب) اصل همگنی: عنصر A با عنصر B باید همگن و قابل مقایسه باشد. به بیان دیگر برتری عنصر A بر عنصر B نمی‌تواند بی‌نهایت یا صفر باشد.

(ج) اصل وابستگی: هر عنصر سلسله مراتبی به عنصر سطح بالاتر خود می‌تواند وابسته باشد و این وابستگی به صورت خطی تا بالاترین سطح می‌تواند ادامه داشته باشد.

(د) انتظارات: هر گاه تغییری در ساختار سلسله مراتبی رخ دهد، فرایند ارزیابی باید مجدداً انجام گیرد (نقطه ضعف روش).

این فرآیند طوری طراحی شده است که با ذهن و طبیعت بشری مطابق و سازگار بوده و مجموعه‌ای از قضاوت



استادئاری مرکزی
معاونت امور عمرانی
دفتر امور شهری و شوراه



وزارت کشور
سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور
پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی

شهریاران

پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی
تهران - بلوار کشاورز
ابتدای خیابان نادری
پلاک ۱۷

تلفن: ۸۸۹۸۶۳۹۸
نمابر: ۸۸۹۷۷۹۱۸

www.imo.org.ir

ISBN: 978-600-5950-46-5



9 786005 950465

قیمت: ۳۰۰۰۰ ریال