

# مهندسی ارزش

## Value Engineering



کردآوزنده: کوروش رحیمی

۱۳۸۹

## مقدمه

مهندسی ارزش متدولوژی است کارکردگرا و قدرتمند برای بازنگری طرح ها و پروژه های عظیم عمرانی و صنعتی با هدف ایجاد صرفه جویی مالی همزمان با حفظ یا ارتقای کیفیت طرح ها افزایش رضایت مشتری و افزایش ارزش سرمایه گذاری است.

در این مقاله ابتدا به معرفی مهندسی ارزش و موارد مربوط به آن می پردازیم. سپس با استفاده از جدولی مربوط به هست ها و نیست های مهندسی ارزش و تفاوت مهندسی ارزش با سایر روشهای بهینه سازی، آشنایی کلی با مهندسی ارزش ارایه می شود. بعد از آن به بررسی سیر تاریخی مهندسی ارزش پرداخته و تاریخچه ای از آن ارایه می دهیم. سپس با بررسی هفت فاز مهندسی ارزش به بررسی برنامه ی کاری آن می پردازیم. سپس در مورد بیست و چهار روشی که در مهندسی ارزش به کار می رود مطالبی را عنوان می کنیم. سپس توصیه هایی که می تواند در مهندسی ارزش مفید واقع بشود را بیان می کنیم. اصول بنیادی مهندسی ارزش بخش دیگری است که در ادامه به شرح و توصیف آن می پردازیم. در ادامه به کاربرد مهندسی ارزش در دنیا و در رشته ها و صنایع مختلف می پردازیم. در پایان توصیه هایی که می تواند در مهندسی ارزش مفید واقع بشود را بیان می کنیم

پرسشهایی که پیش می آید این است که:

- چگونه می توان مهندسی ارزش را در یک سازمان درحال فعالیت تولیدی جاری ساخت
- درحالی که بیشترین تاثیر از اجرای آن، زمانی محقق می شود که از ابتدای فرایند پیاده سازی شود؟

- مهندسی ارزش در یک سازمان، از چه زمانی، چگونه و توسط چه کسانی آغاز خواهد شد؟

- تا کنون، چه مقدار به لزوم این کار اندیشیده ایم؟

- آیا الگویی مناسب برای بهینه‌گزینی داریم؟

## کلید واژه ها

مهندسی ارزش، مدیریت پروژه، کارکرد، کیفیت، روش های اجرای پروژه، برنامه کار، فازهای

ارزشی، کاربرد مهندسی ارزش و ...

## فهرست

---

- مقدمه
- تعریف مهندسی ارزش
- آشنایی کلی با مهندسی ارزش
- تاریخچه ی مهندسی ارزش
- برنامه کاری مهندسی ارزش
- روش های مورد استفاده در مهندسی ارزش
- اصول بنیادی مهندسی ارزش
- کارایی مهندسی ارزش در دنیا
- کاربرد مهندسی ارزش در رشته ها و صنایع مختلف
- توصیه های مهندسی ارزش

## تعریف مهندسی ارزش

ارزش بسیار ساده و در عین حال بسیار پیچیده است . زیرا چیزیست که مشتری طلب می نماید . میلر و هایمان یک پند کلیدی در این باب ارائه نموده اند : هیچ کس یک محصول را خریداری نمی کند ! مشتریان همیشه کاری را می خرند که فکر می کنند کالا برای آنها انجام خواهد داد ؛ به عبارت دیگر مردم به صدای با کیفیت اهمیت می دهند .

مفهوم ارزش را می توان در شکل زیر خلاصه کرد:



تفاوت بین بها، یعنی مقبولیتی که محصول از دید مشتری دارد و قیمت یعنی مبلغی که مشتری بابت محصول می پردازد، معیار ارزش برای مشتری است.

دلایل پایین بودن ارزش:

- نبودن اطلاعات کافی
- نبودن ایده های خلاق
- کمبود زمان
- کیفیت پایین

- عقاید صادقانه ولی نادرست
- ریسک گریزی
- عدم تمایل به راهنمایی و مشاوره دیگران
- تغییر در شرایط
- ارتباط ضعیف
- عدم تجربه ی کافی و عدم آگاهی از تغییرات فناوری روز
- تمایل به تطابق شرایط

چگونه ارزش را اضافه کنیم :

هر نوع دلیلی که مطرح شد در زمینه ی پایین بودن ارزش ، اگر بهبود داده شود، می تواند باعث افزایش ارزش شود .یعنی به طریق زیر:

۱. رسیدن به عملکرد معادل و یا بهتر با هزینه ی کمتر و بالا بردن عملکرد
۲. دسترسی به اندازه ، ظاهر، جذابیت ، و بهبود وضعیت محصول
۳. نگهداری سطح کیفیت با هزینه کمتر
۴. شناسایی ، جداسازی حذف هزینه های غیرضروری و غیره

متدولوژی ارزش ، سازمان را قادر به رقابت موثر و کارا در بازار خواهد کرد ؛ زیرا با بکارگیری مهندسی ارزش سازمان می تواند به اهداف زیر دست یابد :

- کاهش هزینه
- افزایش سود
- بهبود کیفیت

- افزایش سهم بازار
- انجام کار در زمان کوتاهتر
- استفاده کاراتر از منابع

مهندسی ارزش در چهارچوب مدیریت پروژه، ضمن اینکه به تمام اجزای طرح توجه می کند، هیچ بخشی از کار را قطعی و مسلم نمی داند. هدف مهندسی ارزش، زمان کمتر برای رسیدن به مرحله بهره برداری بدون افزودن بر هزینه ها یا کاستن از کیفیت کار است.

افزایش پیوسته هزینه های اجرایی و توسعه روز افزون فن آوری، حذف آن بخش از هزینه ها را که نقشی در ارتقای کیفیت ندارند و از لحاظ اجرایی نیز غیر ضروری می باشند، الزامی ساخته است. به کارگیری مهندسی ارزش در پروژه های اجرایی با توجه به پیچیدگی کارها به ویژه در طرحهای بزرگ اجرایی، می تواند به ابزار بی چون و چرای مدیریت در کنترل هزینه ها تبدیل شود. هدف این روش، از میان برداشتن یا اصلاح هر چیزی است که موجب تحمیل هزینه های غیر ضروری می شود، بدون آنکه آسیبی به کارکردهای اصلی و اساسی طرح وارد آید.

نوآوری و جنبه های کاربردی مهندسی ارزش، این روش را از روش های سنتی و متعارف کاهش هزینه ها، متمایز می کند. روش های سنتی کاهش هزینه ها، عموماً از تجربیات گذشته، نگرش ها و عاداتی که جنبه تکرار به خود گرفته است، تبعیت می کند و اثری از خلاقیت در آنها دیده نمی شود. مهندسی ارزش، علاوه بر گردآوری اطلاعات لازم برای شناسایی عرصه های دارای مشکل، روش هایی موثر و طرح هایی ابتکاری و نوین را برای حل بهینه مشکلات مورد نظر مطرح کرده و تمامی دیدگاه ها و عملیات قابل توصیه را با یک دیگر تلفیق می کند. حاصل پیاده سازی این

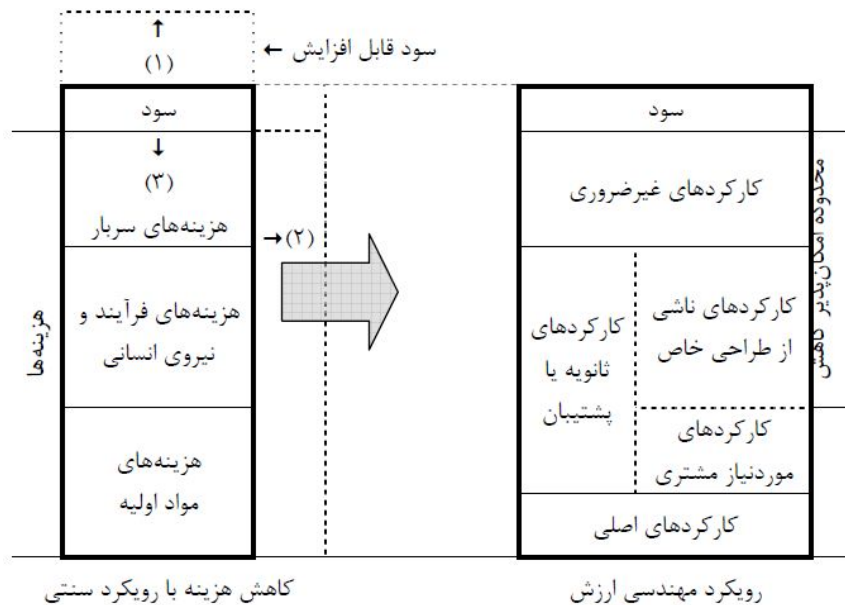
روش، کاهش چشمگیر هزینه‌های اجرایی و صرفه‌جویی‌های فزاینده در هزینه‌های ریزودرشت تولید و عرضه است.

مهندسی ارزش، مجموعه ای متشکل از چندین روش فنی است که با بازنگری و تحلیل اجزای کار، قادر خواهد بود، اجرای کامل طرح را با کمترین هزینه و زمان تحقق بخشد. هزینه طرح در این مقوله نه فقط هزینه های طراحی و اجرا بلکه هزینه های مالکیت شامل بهره برداری، تعمیر و نگهداری و هزینه های مصرف در سراسر دوره عمر مفید طرح را نیز شامل می شود. روشهای مهندسی ارزش می تواند موجب اصلاح و ارتقای کیفیت فرایندهای تولید صنعتی و انجام طراحی های جدید در هر مرحله از یک پروژه اجرایی گردد. برخلاف آنچه که در صنایع تولیدی مرسوم است و می توان یک روش اصلاحی را همواره در مراحل بعدی تولید یک محصول خاص نیز اجرا کرد، در پروژه های ساختمانی که هر سازه دارای شرایط ویژه ای است، حدود به کارگیری یک روش اصلاحی مهندسی ارزش، محدود به همان پروژه است گذشته از این، امکانات صرفه جویی در هزینه های یک پروژه اجرایی نیز در مراحل مختلف آن تفاوت‌های بسیار پیدا می کند.

با آنکه روش مهندسی ارزش را می توان در تمام مراحل یک پروژه اجرایی به کارگرفت، بیشترین مزایای آن زمانی حاصل می شود که در نخستین مراحل برنامه ریزی و طراحی به کار گرفته شود. نوآوری و جنبه های کاربردی مهندسی ارزش، این روش را از روشهای سنتی و متعارف کاهش هزینه ها، متمایز می گرداند. روشهای سنتی کاهش هزینه ها، عموماً از تجربیات گذشته، نگرشها و عاداتی که جنبه تکرار به خود گرفته است، تبعیت می کند و اثری از خلاقیت در آنها دیده نمی شود. مهندسی ارزش برعکس، اطلاعات، شناسایی عرصه های مشکل دار، پیشنهاد



و تدوین روشها و طرحهای ابتکاری، پرورش اندیشه های نو و تلفیق همه جانبه دیدگاههایی را که قرار است توصیه شود، مطرح می سازد.



۱- رویکرد کارکردگرای مهندسی ارزش در مقابل رویکرد سنتی کاهش هزینه

- هدف مهندسی ارزش از میان برداشتن یا اصلاح هر عاملی است که موجب تحمیل هزینه های غیرضروری می شود، بی آنکه آسیبی به کارکردهای اصلی و اساسی سیستم وارد آید. دستور کار مهندسی ارزش، بهبود مداوم طراحی و اجرا است.
- مهندسی ارزش صرفاً برنامه ای برای کاهش هزینه ها نیست، بلکه روشی برای حداکثر نمودن ارزش طرح ها می باشد، زیرا در بعضی موارد، کارفرما خواستار سهولت بهره برداری و کاهش هزینه ها به قیمت افزایش هزینه های مطالعاتی، طراحی و ساخت است.
- مهندسی ارزش با بررسی دقیق کارکرد اجزا و یافتن روش های جدیدتر و بهتر، به انجام دادن بهتر کارها کمک می کند.
- مهندسی ارزش تکنیکی مؤثر برای کاهش هزینه ها، افزایش سودآوری و بهره وری، بهبود کیفیت بدون کاستن از جاذبه های ظاهری و جلوگیری از تاثیر سوء بر محیط زیست است.

- مهندسی ارزش به کارفرما اطمینان می دهد که پروژه ها می توانند با بازدهی بیشتر انجام شوند.
- روش های مهندسی ارزش می تواند موجب اصلاح و ارتقاء کیفیت محصولات یا روش ها یا فرآیندهای تولید و انجام طراحی های جدید در هر مرحله از مراحل اجرایی یک پروژه شود.

## آشنایی کلی با مهندسی ارزش

سه واژه کلیدی در مهندسی ارزش کدامند ؟

- ارزش (Value): اصطلاح ارزش برای مفاهیم مختلف کاربرد دارد و ممکن است با قیمت پولی و یا هزینه مورد سوء تعبیر قرار گیرد . اگر یک محصول نیازهای کامل یک خریدار را در ارتباط با آن محصول برآورده نکند ارزش آن محصول متناسب با قیمت آن نیست . ارزش یک محصول از دیدگاه فروشنده و خریدار متفاوت است و حتی ممکن است استفاده‌کننده‌های مختلف بین مفهوم آن اختلاف نظر داشته باشند ؛ به عنوان مثال ارزش یک پیچ‌گوشتی از دید یک مکانیک با خانم خانه‌دار متفاوت است . به طور معمول هنگام بحث از ارزش هفت سطح متفاوت از ارزش وجود دارد : ۱- اقتصادی ۲- اخلاقی ۳- اجتماعی ۴- مذهبی ۵- قضائی ۶- زیبایی شناختی . مهندسی ارزش معمولاً مرتبط با ارزش اقتصادی است که این‌چنین تعریف می‌شود : کمترین هزینه برای فراهم کردن وظیفه-سرویس موردنیاز در زمان و مکان مطلوب و با کیفیت مورد نظر ؛ در ساده‌ترین شکل ارزش برابر است با بها تقسیم بر هزینه .
- بها (Worth): در فرهنگ لغت ، بها این‌چنین تعریف می‌شود : ارزش چیزیست که با کیفیت و یا اعتباری که همراه خود دارد اندازه گیری می‌شود ؛ به بیان دیگر کمترین هزینه‌ای که به وسیله آن عملکرد اساسی یک جزء کاری قابل دسترسی است . بها متفاوت با هزینه (به عنوان کمیتی در واحد زمان) است ؛ آنالیز ارزش با شناسایی کارکرد محصول-خدمات و اندازه‌گیری قابل‌قبول بودن کارکرد آن برای استفاده‌کننده ادامه می‌یابد . این عمل می‌تواند با جمع آوری داده‌های آماری و اعتبارسنجی آن با پاسخگویی به سوالهای زیر از دید مصرف کننده حاصل گردد
- هزینه (Cost): هزینه نیازمند تعیین دقیق است و عبارت است از مجموع نیروی انسانی ، مواد ، نگهداری و هزینه‌های غیر مستقیم موردنیاز برای تولید یک محصول و نگهداری آن

در طول عمر محصول است . به عبارت دیگر ، هزینه برای طول عمر یک محصول یا خدمات مدنظر است .

با توجه به برداشت های متفاوت و بعضا غلط نسبت به کارکرد و رویکردهای مهندسی ارزش و نگرش به آن در حد یک راهکار بازنگری طراحی و یا ابزاری جهت صرفا کاهش هزینه و اعمال صرفه جویی ذیلا به اختصار به ارایه یک شمای کلی از مهندسی ارزش پرداخته می شود.

تصویر مهندسی ارزش:

هست	نیست
یک برنامه کار رسمی جهت حذف هزینه های غیر ضروری	فرایند ارزان سازی یا تطبیق هزینه بودجه
رویکرد تیمی چند رشته ای	جلسه مساله یابی و نقد طرح مشاور
بر مبنای هزینه دوره عمر	ابزار کنترل کیفیت
تکنیک مدیریتی پذیرفته شده و اثبات شده	الزام در تمام پروژه ها و در تمام زمان ها
فرصتی برای به روز سازی و بهبود طرح	فرایند بازنگری طرح
	ابزار اعمال تغییرات مورد نظر کارفرما

تفاوت مهندسی ارزش و روش های دیگر بهینه سازی

روش های معمول بهینه سازی	مهندسی ارزش
جزء نگر	کارکردگرا کل نگر
داشتن تمایل به عادت های موجود، آزمایش شده و مطمئن	داشتن تمایل به استفاده حداکثر از خلاقیت

ایده پردازی همگرا (متمرکز)	ایده پردازی همگرا - واگرا
<p>حرکت مستقیم به سمت راه حل</p> <p>مشخص سازی هزینه های به صورت:</p> <p>هزینه اجزاء</p> <p>هزینه روندها</p> <p>هزینه مواد - مستقیم</p> <p>هزینه مواد - غیرمستقیم</p> <p>هزینه نیروی انسانی - مستقیم</p> <p>هزینه نیروی انسانی - غیرمستقیم</p> <p>هزینه حمل و نقل</p> <p>هزینه نصب و راه اندازی</p> <p>هزینه بالاسری</p> <p>هزینه سود</p> <p>هزینه دیگر موارد</p>	<p>مشخص سازی هزینه های به صورت:</p> <p>هزینه کارکردهای پایه</p> <p>هزینه کارکردهای ثانویه</p> <p>هزینه کارکردهای ثانویه</p> <p>هزینه های غیر ضروری</p> <p>هزینه های طول عمر</p>
کار تک تخصصی	کار تیمی چند تخصصی

## تاریخچه ی مهندسی ارزش

"تحلیل ارزش" به صورت یک روش فنی ویژه ، در سال های پس از جنگ جهانی دوم صورت گرفت . کار طراحی و تدوین این روش به دستور هنری ارلیچر ( Henry Erlicher ) معاون فنی بخش خرید های شرکت جنرال الکتریک آغاز شد . وی معتقد بود که برخی از مواد و مصالح و طرحهای جایگزین، که به طور ضروری و به علت کمبود های زمان جنگ به کار گرفته می شدند دارای عملکرد بهتر با هزینه کمتر هستند . به دستور او در داخل شرکت و به منظور ارتقای کارایی تولید از طریق تامین مواد ، مصالح و روشهای جایگزین برای مواد و مصالح پرهزینه ، کوشش همه جانبه ای به عمل آمد .

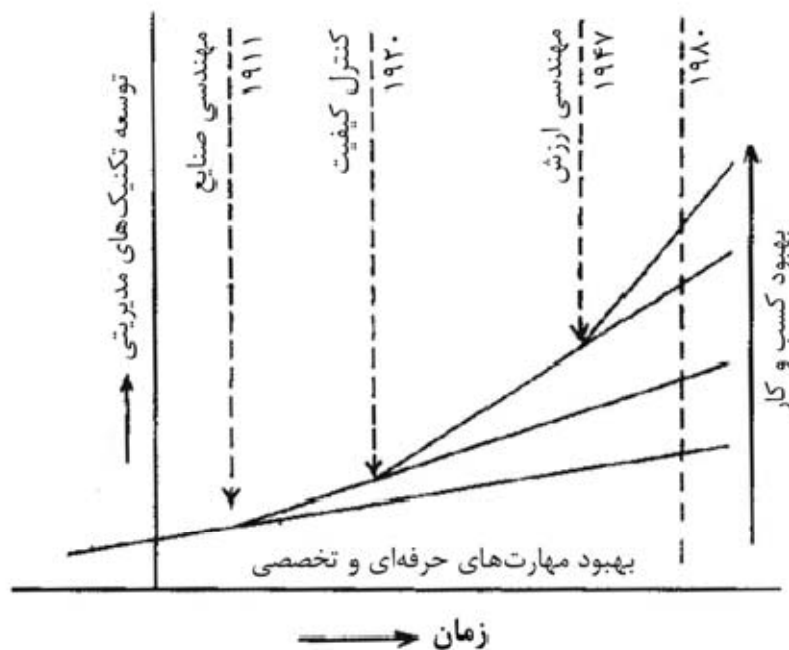
در سال ۱۹۴۷ این وظیفه برعهده لارنس مایلز ( Lawrence D.Miles ) مهندس ارشد شرکت جنرال الکتریک نهاده شد . مایلز در مورد روش ها و فنون موجود به پژوهش پرداخت و از برخی روشهای مرسوم به صورت تلفیقی با روش مرحله به مرحله خویش برای تحلیل ارزش بهره گرفت .

مایلز که مبتکر و بنیانگذار مهندسی ارزش به شمار می رود ، یک روش رسمی رابه اجرا درآورد که در جریان آن چندین گروه از کارکنان شرکت ، عملکرد محصولات تولیدی شرکت جنرال الکتریک را بررسی میکردند . آنان به اتکای روشهای خلاق گروهی و بدون افت کارایی محصول ، تغییراتی در محصولات شرکت بوجو د آوردند و هزینه های تولید را کاهش دادند. روش "تحلیل ارزش" به عنوان یک استاندارد در شرکت جنرال الکتریک پذیرفته شد و به تدریج شرکت های دیگر و برخی سازمان های دولتی نیز این روش جدید را به عنوان ابزاری برای کاستن از هزینه های خود به کار بستند . نتیجه این شد که روش و تکنیک " مهندس ارزش" به وجود آمد.

این واقعیت که هزینه‌های غیرضروری معمولاً در محصول و فرایند وجود دارد قابل تامل است ؛  
میلز نتیجه گرفته است که هزینه‌های غیرضروری معمولاً ممکن است به علل مختلف از جمله موارد زیر باشد :

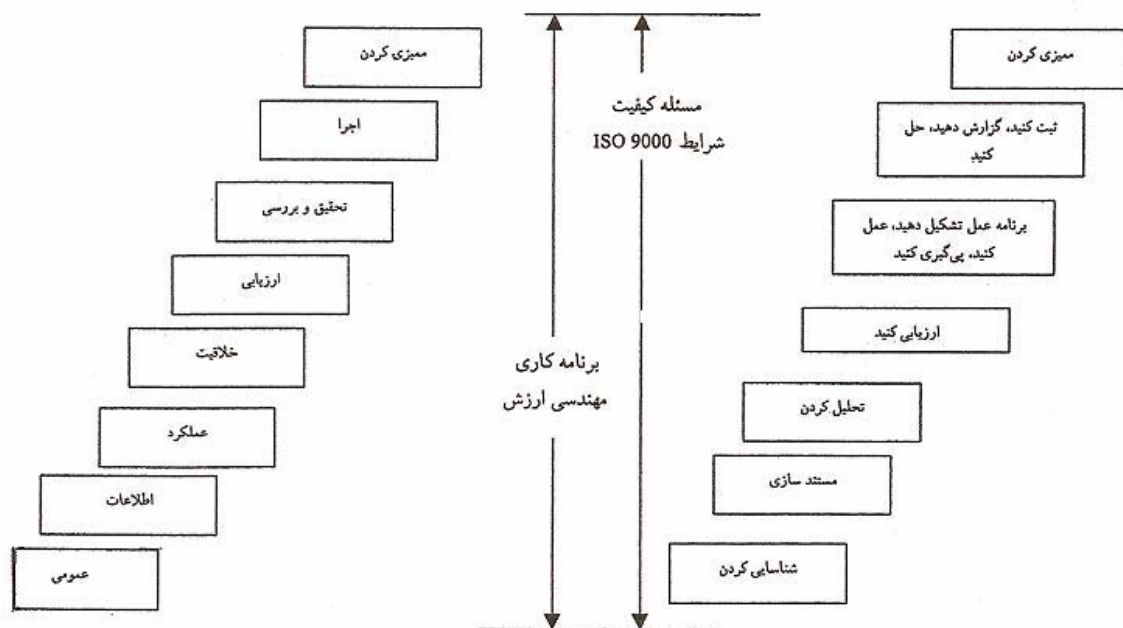
- کمبود زمان کافی برای طراحی
- کمبود اطلاعات
- کمبود ایده
- پیش‌داوریهای منفی
- کمبود تجربه
- ضعف در روابط انسانی
- چندمفهومی بودن
- طراحی و تخمین بالاتر از حد نیاز

روند تکاملی تکنیکهای مدیریتی در گذر زمان



## رابطه ی مهندسی ارزش و ISO9000

زمانی که یک طرح پیش برنده در حال بررسی و اجرا می باشد، توجه به کیفیت عالی واقعیتی است که باید به آن توجه شود. شکل زیر مقایسه ای بین رویکرد مهندسی ارزش و ISO9000 برای حل مسایل کیفی را ارائه می کند .





## برنامه کاری مهندسی ارزش

چرا باید مهندسی ارزش کنیم؟ به طور کلی می توان اهدافی این چنین را برای انجام یک مطالعه ی مهندسی ارزش ، در نظر گرفت:

- کاهش هزینه های اجرایی، بهره برداری و نگهداری
- افزایش ارزش یا منافع
- بهبود کیفیت
- کاهش زمان اجرا
- حل مساله یا مشکل پروژه
- استفاده بهتر از منابع
- افزایش توان رقابت در بازار

برنامه کاری مهندسی ارزش ارایه ای از رویکردها و عملکرد لازم برای بدست آوردن جواب بهترو موثرتر برای مساله می باشد. برنامه مهندسی ارزش شامل هفت فاز به شرح ذیل می باشد:

۱. فاز عمومی
۲. فاز اطلاعات
۳. فاز عملکرد
۴. فاز خلاقیت
۵. فاز ارزیابی
۶. فاز بررسی و توسعه
۷. فاز توصیه

در طول فاز عمومی روند را با سازمان دهی نیروی کار، مشخص نمودن تصمیم گیرنده، انتخاب محدوده کار، تخصیص عملکرد به هر کدام از اجزای و جهت دهی به کار گروهی سامان داده می دهند.

در فاز اطلاعات مساله به اشکال خاص تجزیه می شود. از کلی گویی پرهیز می گردد. تمامی اطلاعات مربوط بطور دقیق و معنی دار جمع اوری می شود تا در تصمیم گیری کمک نماید

فاز عملکرد مشتمل بر کلیه تلاش هایی است که برای ارزش صورت می گیرد. عملکردهای اصلی و فرعی تعریف می شوند. عمل در ترکیب دو کلمه فعل واسمیان می گردد. اولی بیانگر عملی است که جزء مورد نظر انجام می دهد و اسم بیانگر شیء مورد عمل و یا آن چیزی است که عمل روی آن صورت می گیرد.

در فاز خلاقیت ، روشهای خلق ایده های جدید بکار گرفته می شود. این روش برای خلق انبوهی از ایده ها در رابطه با محصولات، فرایندها، روش ها و غیره برای رسیدن به عملکرد و یا عملکردهای تعریف شده بکار می رود.

در فاز ارزیابی ، ذهن قضاوت گرا به فعالیت واداری سود. عقاید و ایده هایی که در فاز خلاقیت ایجاد گردید تصفیه ، اصلاح و ترکیب می گردد تا پیشنهاد مورد نظر حاصل شود.

ایده های خلاق که در بالا تصفیه ، ارزیابی و مقایسه شد ، در فاز تحقیق و بررسی در معرض تجدید نظر قرار می گیرند. با کمک گرفتن از مشاورین صنعتی استفاده از اتانداردهای ملی که ورد استفاده قرار می گیرد منجر به راه حلهای منطقی ، عملیبا هزینه پائین می گردد.

در فاز اجرا جنبه هایی از قبیل چه چیز احتیاج است؟(منابع،بودجه،زمان ،افراد،کمک  
و غیره)مورد نظر قرار گرفته و پس از تایید تصمیم گیرنده مراحل اجرایی آغاز می شود.

## روش های مورد استفاده در مهندسی ارزش

با مطالعاتی که در باره مهندسی ارزش به عمل آمده است حدود بیست و چهار روش در ضمن فرایند بکار گرفته می شود. شرایط برنامه کاری و روش ها همگی بمنظور بهبود ارزش برای یک جزء، محصول و یا یک پروژه بکار گرفته می شود. روشها به قرار زیر می باشد:

- از روابط انسانی خوب بهره بگیرید
- از کلی کویی پرهیز کنید
- بر موانع فائق آیید
- قضاوت منطقی خوب بکار ببرید
- کارگروهی را حمایت کنید
- از حقایق مطمئن شوید
- بطور سازنده هر چیز را مورد سوال قرار دهید
- هزینه ها را تعیین کنید
- ارزش پولی برای تمامی مشخصات تلائنها، اتصالات و سایر موارد تکمیلی تعیین کنید.
- عملکردها را تعریف و طبقه بندی کنید
- ذهن خود را فعال کنید
- ساده سازی کنید
- ایده ها را ترکیب و تصفیه کنید
- برای تمامی ایده ها هزینه در نظر بگیرید
- عملکردهای جایگزین را مشخص کنید
- از استانداردها استفاده کنید
- با متخصصین، فروشندگان، مشتریان و غیره مشاوره کنید.
- از محصولات، فرایندها و رویه های خاص استفاده کنید

- با استفاده از روش مقایسه ای ارزیابی کنید.
- پول را انچنان خرج کنید که انگار پول خودتان است.
- جواب هارا با اطلاعات کافی بای تصمیم گیری ارایه دهید
- در صورت امکان دوره حل ارائه دهید
- با استفاده از ممیزیهای مستقل، صرفه جوئیهای قابل پیش بینی را بررسی کنید
- به کمک های انجام شده اعتراف کنید.

## اصول بنیادی مهندسی ارزش

آنچه از تجربیات اجرای مهندسی ارزش تا کنون حاصل شده است، کشف و تدوین برخی مفاهیم و اصول بنیادی است که اساس رشد و تکامل روشهای مهندسی ارزش قرار گرفته است. این اصول بنیادی عبارتند از:

۱. بهره گیری از کارشناسان چند تخصصی برای اعمال تغییرات.
۲. تکمیل تدریجی تغییرات از طریق مطالعه و بررسی عینی کار.
۳. بهره گیری از یک منطق اساسی برای طرح پرسش ها.
۴. برنامه ریزی انجام کار.

در طی چندین سال، روشهای فنی مهندسی ارزش همانند عرصه های به کارگیری آن، گسترش پیدا کرد. امروزه تحلیل یا مهندسی ارزش، رشته ای شناخته شده برای ارتقای ارزش تولیدات یا خدمات به شمار می رود. فرآیند مهندسی ارزش، فرآیندی منطقی و ساختار یافته است که در آن از یک گروه کارشناس چند تخصصی برای هدفهای زیر استفاده می شود:

۱. انتخاب پروژه یا محصول مناسب برای تحلیل با توجه به زمان صرف شده برای مطالعه.
۲. مشخص کردن و اندازه گیری کردن ارزش جاری یک پروژه و محصول یا اجزای تشکیل دهنده آن با توجه به عملکردهایی که نیازها، هدفها و خواستههای یک پروژه را برآورد می سازد.
۳. تدوین و ارزیابی گزینه های جدید برای تخمین یا ارتقای کیفیت بخشهای وابسته با هزینه کمتر.
۴. انطباق گزینه جدید با بهترین راه عملی کردن آن.

گروه مهندسی ارزش از طراحان، پیمانکاران، تحلیل گران ارزش و کارفرمای یک پروژه اجرایی تشکیل می شود. این گروه گرچه در کنار یکدیگر و در پروژه ای واحد کار نمی کنند اما از لحاظ موضوع به یکدیگر مربوط بوده و با زمینه های تخصصی مجموعه نیز آشنایی دارند.

نقش گروه طراحی در به کارگیری موفقیت آمیز تحلیل ارزش، بسیار مهم است، زیرا بیشتر دست اندرکاران عرصه اجرایی بطور کامل به توانایی مهندسی ارزش پی نبرده اند و به بهره گیری عملی از روشهای فنی این تحلیل نپرداخته اند.

تحلیل گر ارزش باید راههای متعادل سازی گروه را دریابد و با آنان همفکری و همدلی کند تا اعضای مجموعه به تفکر مهندسی ارزش نزدیک شوند.

کارفرما مهم ترین و اصلی ترین جنبه مشارکت کار را در حلقه تحلیل ارزش به عهده دارد. پشتیبانی فعالانه کارفرما، ضامن موفقیت و مؤثر واقع شدن کار است. کارفرما برای آنکه تمایل لازم را برای انجام این پشتیبانی پیدا کند، باید با مسئولیت های مجموعه تحلیل ارزش و حدود آن مسئولیتها در چهارچوب ساختار حق الزحمه ای موافقت نامه طرح، آشنا باشد. با توجه به اینکه بیش از ۵۰ درصد از کل بودجه برنامه ریزی شده بیشتر کشورها صرف کارهای اجرایی می شود، از این رو مجریان طرحها و پروژه ها، متحمل هزینه های بس سنگینی می شوند. محدودیتهای مالی و قیمت های اجرایی که هر روز افزایش می یابند، بازگشت ارزش کامل پولی را که کارفرما هزینه می نماید و باید به دور از هر گونه هزینه های غیر ضروری باشد، به طور جدی مطرح ساخته است.

## زمان بکارگیری مهندسی ارزش

محدوده کار مهندسی ارزش بستگی به اندازه و پیچیدگی پروژه دارد . بالاترین میزان برگشت می تواند زمانی انجام گیرد که در اولین مرحله از عمر پروژه قرار داریم ؛ می توان گفت در فاز اولیه طراحی اجرای مهندسی ارزش بسیار موثر است ، چرا که نظریه ها هنوز به صورت مفاهیم وجود دارند . کارفرما و طراح در این مرحله در تصمیمات خود انعطاف پذیری بیشتری دارند و تغییرات ، آثار کمتری بر برنامه زمانبندی پروژه دارد . در این مرحله که کارفرما و مشاور در حال بررسی بودجه پروژه هستند انجام مطالعه مهندسی ارزش می تواند برای شناسایی عناصر هزینه بر قبل از تصویب بودجه نهایی موثر باشد . مطالعات مهندسی ارزش برای پروژه های ساخت ، زمانی انجام می گیرد که حدود سی درصد از طراحی پیش رفته باشد ؛ به عبارت دیگر ، طراحی نیمه تمام را باید مهندسی ارزش کرد . به طور کلی می توان گفت قبل از اینکه تصمیمات مهم در طراحی اتخاذ شود مهندسی ارزش توصیه می شود و در آن زمان بیشترین اثر را روی هزینه ها دارد .

هر پروژه به طور معمول ۵ مرحله توسعه دارد :

۱- فرموله کردن مفاهیم (مشخص کردن عملکرد)

۲- مرحله طراحی اولیه

۳- مرحله طراحی نهایی

۴- مرحله ساخت

۵- مرحله عملیات

حال به تشریح هر یک از این مراحل خواهیم پرداخت :

۱- مرحله فرموله کردن مفاهیم : هدف از فاز فرموله کردن مفهومی تبدیل نیازمندیهای کلی (عمومی) به مشخصات عملکردی است . در بیشتر موارد هنوز تصویر کاملی از پروژه نهایی شناخته نشده است ، بدین مفهوم که تصمیمات هنوز در شرایط نامشخص هستند . تلاش مهندسی



ارزش در این فاز در جهت تهیه ورودی برای نیل به کارکردها به نحوی است که در کمترین هزینه انجام یابد .

۲- فاز طراحی اولیه : در خلال این فاز ، مفاهیم تعریف و مشخصات طراحی شروع شده‌اند . اطلاعات جزئی و کافی برای بیان همه چیزهای کمی و هزینه‌ها در جهت برنامه‌ها ارائه شده است . حال زمان مناسبی برای پرسش از خصوصیات عملکرد و اصلاح آنها در صورت لزوم می‌باشد . یک مطالعه مهندسی ارزش که نیازمند آنالیز ، خصوصیات فنی و طراحی وظایف است می‌تواند برای گزینه‌های جایگزین مشخص و پیشنهاد برای بهبود ارزش باشد .

۳- فاز طراحی نهائی : در ضمن این فاز ، جزئیات مشخصات طراحی فرموله و برنامه‌ریزیها انجام شده‌اند . تلاش مهندسی ارزش در این فاز معمولاً محدود به حذف جزئیات مرتبط با محدودیتهای غیرضروری و زائد است . معمولاً طراحی مجدد در این مرحله نمی‌تواند به صورت موثر و اقتصادی انجام گیرد مگر آنکه پتانسیل صرفه‌جویی طول عمر محصول به اندازه کافی برای تعدیل هزینه‌ها بزرگ باشد .

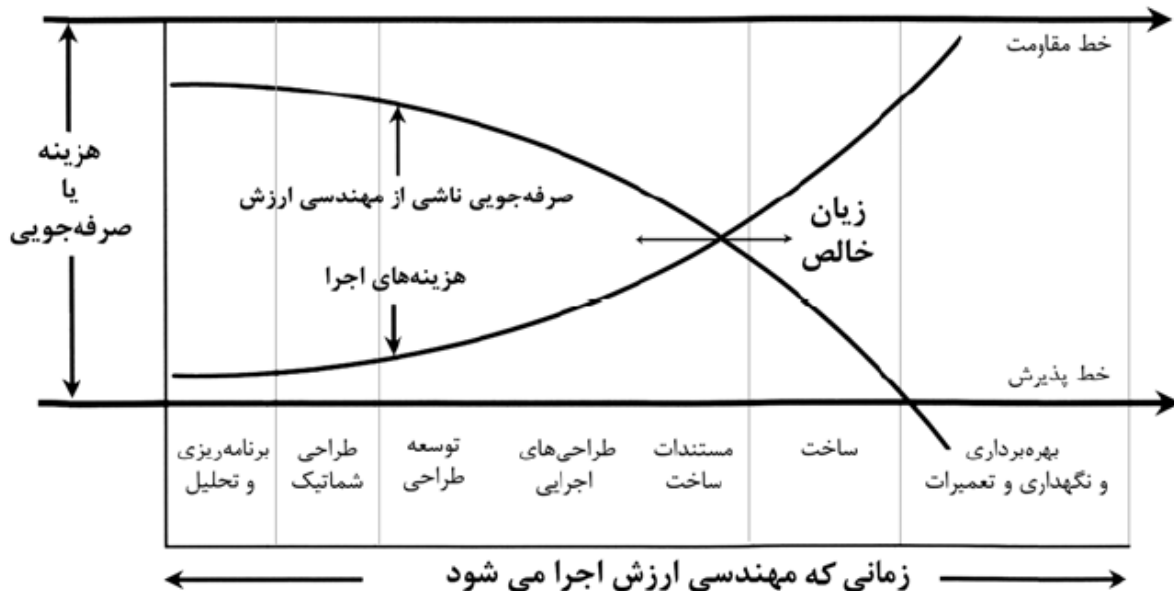
۴- مرحله ساخت : در ضمن فاز ساخت ، مهندسی ارزش برای بازبینی مشخصات و نیازمندیهای قراردادی و سفارش در تغییرات بکار می‌رود . زمانیکه تغییر در سفارشات تمایل به افزایش هزینه‌های قرارداد دارد آنگاه بایستی آنالیز ارزش را برای تسهیل در پیدا کردن راه‌حلهای با هزینه کمتر و جلوگیری از افزایش عملکرد غیرضروری اعمال کرد.

۵- مرحله عملیاتی و نگهداری : مطالعه مهندسی ارزش در این فاز به عنوان فرصتی برای ایجاد تغییر پیشنهاد می‌شود که در مراحل قبل مقدور نبودند (شاید ناشی از کمبود زمان و یا دیگر محدودیتها باشد) . نتایج مطالعه مهندسی ارزش در این فاز صرفه‌جویی هزینه با توسعه طول عمر آن از طریق استفاده از مواد جدید ، فرایند و یا طراحی ، کاهش هزینه تعمیرات ، صرفه جویی در انرژی و دیگر هزینه‌های عملیاتی است .

اجرای مهندسی ارزش برای یافتن پاسخ به این سوال است که چه راه حل دیگری کارکرد موردنظر ، فرایند ، محصول و یا اجرای آن را با هزینه کمتری محقق می‌سازد . بنابراین ، هرچه از

زمان عمر پروژه بگذرد پتانسیل کاهش هزینه کم می شود و در نهایت می توان چنین گفت که تیم طراحی بیشترین اثر را روی صرفه جویی هزینه دارد .

نمودار پتانسیل صرفه جویی ناشی از به کار گیری مهندسی ارزش



دستور العمل سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور (سابق) برای زمان بندی انجام مهندسی ارزش

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

## کارایی مهندسی ارزش در دنیا

به کارگیری مهندسی ارزش که در ابتدا از آمریکا آغاز شد با تأخیر به سایر کشورها نیز انتقال یافت. کشورهای اروپایی، ژاپن و هند بعد از آمریکا بیشترین استفاده را از امکانات بالقوه مهندسی ارزش بردند و با تلفیق روشهای مهندسی ارزش در آمریکا با روشهای رایج در کشورهای خود، به صرفه جویی های قابل توجه ای دست یافتند. امکانات بالقوه به کارگیری مهندسی ارزش در طرحهای عمرانی، بیکران است. پیشگامان این روش، راه را علامت گذاری و مشخص کرده اند. کشور ما هنوز در ابتدای راه قرار دارد، کارهای بسیاری باید انجام شود تا بتوان گفت دست اندر کاران عرصه های اجرایی کشور ما نیز از فرصت هایی که توسط مهندسی ارزش در کاستن از هزینه طرحها و پروژه ها فراهم می شود، بیشترین بهره و فایده را خواهند برد.

چهاردهمین اجلاس انجمن آمریکایی مهندسان ارزش که در سال ۱۹۷۳ مشخص نمود که به ازای هر یک دلار سرمایه گذاری برای اجرای مهندسی ارزش چیزی حدود ۴/۵۳ دلار صرفه جویی در هزینه های اجرایی بدست آمده است، به نحوی که از زمان به کارگیری مهندسی ارزش در آمریکا تا سال ۱۹۷۳ معادل ۱/۸ میلیارد دلار صرفه جویی شده است. این صرفه جویی تا سال ۱۹۸۹ به بیش از ۴/۳ میلیارد دلار افزایش یافته است. بازده مهندسی ارزش از سال ۱۹۷۳ تا سال ۱۹۹۵ برای هر یک دلار هزینه سرمایه گذاری شده، مبلغی حدود ۱۵ تا ۳۰ دلار بوده است. در آمریکا و کانادا استفاده از مهندسی ارزش در صنایع عمده، عمومیت داشته و در طرحهای عمومی (دولتی) اجباری می باشد. مهندسی ارزش در دایره عمران آمریکا در بین سالهای ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۰ بیش از ۳۵ میلیارد دلار صرفه جویی در پی داشته و از ۵۵ میلیارد دلار هزینه اضافی نیز جلوگیری نموده است.

در ژاپن از ۶۹۸ شرکت که مورد بررسی قرار گرفته‌اند، حدود ۷۱ درصد، مهندسی ارزش را در تولید محصولات و ارائه خدمات خود به کار برده‌اند. در حالیکه ۸۵ درصد درآمد عربستان، به عنوان ثروتمندترین کشور عربی، از فروش نفت حاصل می‌شود، بیش از بیست سال است که مهندسی ارزش را در دستور کار خود قرار داده است

### روند توسعه مهندسی ارزش در جهان

سال	کشور	واقعه
۱۹۴۷	آمریکا	برنامه تحلیل ارزش به طور رسمی در شرکت جنرال الکتریک انجام شد
۱۹۵۲	آمریکا	لورنس مایلز اولین سمینار تحلیل ارزش را برگزار نمود
۱۹۵۹	آمریکا	انجمن مهندسی ارزش آمریکا به هدف تلاش برای پیشرفت و توسعه مهندسی ارزش تاسیس شد
۱۹۶۲	آمریکا	وزارت دفاع آمریکا برای قراردادهای با مبلغ بیشتر از ۱۰۰۰۰۰ دلار انجام مهندسی ارزش را اجباری نمود
۱۹۶۵	ژاپن	انجمن مهندسی ارزش ژاپن با تشکیل یک کمیته تاسیس شد
۱۹۶۷	کانادا، اسکاتلند	تشکیل انجمن مهندسی ارزش
۱۹۷۳	آمریکا	انجمن مهندسی ارزش آمریکا نرخ خدمات مهندسی ارزش را با کمک دولت قانونی کرد
۱۹۷۷	هند	تشکیل جامعه مهندسی ارزش
۱۹۸۶	عربستان	توجه به مهندسی ارزش در بخش نظامی
۱۹۸۷	کره	تشکیل انجمن مهندسی ارزش
۱۹۹۰	فرانسه	برگزاری اولین کنفرانس اروپایی مدیریت ارزش در پاریس
۱۹۹۲	آمریکا	فدراسیون جهانی مهندسی ارزش تشکیل گردید
۲۰۰۲	ایران	تشکیل انجمن مهندسی ارزش ایران

## کاربرد مهندسی ارزش در رشته ها و صنایع مختلف

در جدول زیر کاربرد مهندسی ارزش را در رشته های مختلف در کشور ایالات متحده ی

امریکا لیست شده است :

رشته	توضیحات
راه و ترابری	بازگشت سرمایه به میزان ۱۱۳ دلار به ازای هر دلار سرمایه گذاری به طور میانگین و نیز ۸۴۵ میلیون دلار صرفه جویی در هزینه در سال ۱۹۹۹
سلامتی	کاهش ۲۴ درصدی هزینه های پروژه های مربوط به سلامتی در یک دوره شش ساله در نیویورک
ساخت و ساز	صرفه جویی معادل یک میلیارد دلار در سال ۲۰۰۰ در پروژه های ساختمانی مربوط به بزرگراه ها در ایالات متحده
صنعت	کاهش هزینه در محدوده ای بین ۵٪ تا ۱۰۰٪ در بخشهای مختلف
محیط زیست	در پروژه های زیست محیطی به دلیل هزینه های بالا پتانسیل بسیار زیادی در جهت بکارگیری متدولوژی ارزش دارند
خدمات دولتی	بازگشت سرمایه به میزان ۲۰ دلار به ازای هر دلار سرمایه گذاری به طور میانگین

جدول زیر درصد کاربرد مهندسی ارزش را در صنایع مختلف جهان نشان می دهد :

درصد کاربرد	رشته
۷۹/۹	برق و الکترونیک
۹۱/۳	حمل و نقل (راهسازی و ترافیک)
۹۰	تولید تجهیزات
۸۴/۵	ماشین سازی و تولید خودرو
۵۰	صنایع شیمیایی
۳۹	صنایع ساختمانی
۳۷/۵	صنایع غذایی

## توصیه های مهندسی ارزش

- هزینه های تمام طول عمر پروژه را مد نظر قرار دهید نه فقط مقاطعی از آن را
- شاخص ارزش (کارکرد به هزینه) سیستم یا زیرسیستم مورد نظر را بالا ببرید
- تاثیر هر پیشنهاد مهندسی ارزش را در صورت جوابگوئی به عملکرد از نقطه نظر زمان، هزینه و کیفیت تحلیل نموده و گزارش کنید.
- در برنامه های مهندسی ارزش، نیازهای تصریح شده ، تلویحی و تکوینی را مورد توجه قرار دهید
- برای خلاقیت ذهنی طرفهای ذیربط و ذینفع احترام قائل شوید و برای بروز آن، فضای مناسب ایجاد کنید.
- رای نهایی از آن کارفرما است، آن را بپذیرید
- مهندسی ارزش می تواند حلال مشکلات باشد، به شرط آنکه از طریق نظام طراحی، منسجم و تحت کنترل باشد و با مستندات شفاف و یکپارچه ای پشتیبانی شود.
- بکارگیری مهندسی ارزش با استفاده از تحلیل کارکرد عوامل و محصولات معمولاً توسط یک گروه آموزش دیده و متخصص به نام گروه مهندسی ارزش صورت می گیرد.
- گروه مهندسی ارزش مستقل از گروه طراحی است
- متخصصین مهندسی ارزش در زمینه تحلیل پروژه ها از دیدگاه هزینه / کارکرد آموزش دیده اند
- گروه مهندسی ارزش با استفاده از دیدگاه هزینه / کارکرد به دنبال
- گزینه های طراحی هستند که واجد بهبود در زمینه عملکرد، هزینه های ساخت و برپایی و هزینه های طول عمر پروژه باشند.

## منابع مورد استفاده

---

- ۱- روش بکارگیری مهندسی ارزش تألیف S.S.IYER مترجمین محمدسعید جبل عاملی -  
سیدعلیرضامیرمحمد صادقی انتشارات فرات
  - ۲- سایت اینترنتی WWW.VE.MAVARA.IR
  - ۳- سایت اینترنتی WWW.VE.MRT.IR
  - ۴- سایر سایتهای موجود در شبکه اینترنت درباره مهندس ارزش
  - ۵- ویکیپدیای انگلیسی : [http://en.wikipedia.org/wiki/Value\\_engineering](http://en.wikipedia.org/wiki/Value_engineering)
  - ۶- معاونت آموزش، تحقیقات و فن آوری وزارت راه و ترابری
  - ۷- ویکیپدیای فارسی
  - ۸- محمدی ، علی -مدیریت ارزش ، پروژه ی اختیاری دوره ی کارشناسی -پاییز ۸۱
  - ۹- جبل عاملی ، محمد سعید -مهندسی ارزش -انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران
  - ۱۰- مجموعه ی مقالات نهمین همایش دانشجویی مهندسی صنایع ایران -دانشگاه علم و صنعت ایران
- 1382
- ۱۱- مهتاب افسری، مهندسی ارزش و مدیریت ارزش و کیفیت