

۸۶۹۵۸

## کاربرد مهندسی ارزش در صنعت نفت

تهیه کننده: فیروز اردشیریان  
از: شرکت مهندسين مشاور ناموران  
برای: سمینار مهندسی ارزش (اردیبهشت ۱۳۸۰)  
تکثیر: ۱۳۸۰/۲/۵



## کاربرد مهندسی ارزش در صنعت نفت

- ۱- چکیده
- ۲- تعریف ارزش و مهندسی ارزش
- ۳- اصول مهندسی ارزش
- ۴- مهندسی ارزش در صنعت نفت
- ۵- مهندسی ارزش در اندازه کلان
- ۶- مهندسی ارزش در اندازه خرد
- ۷- متدولوژی اجرای مهندسی ارزش
- ۸- نتیجه گیری



مهندسی ارزش در نیمه دوم قرن گذشته شکل منظم، منسجم و سنجیده ای را بخود گرفت. با پایان جنگ جهانی دوم در حالیکه محدودیت های عدیده ای از جمله کمبود امکانات و کمبود منابع مالی حاکم بر کارهای روزمره بود، نگرش جدیدی شکوفا شد که چگونه میتوان با وجود این کمبودها ضمن کاهش هزینه بهره وری را افزایش داد و تولید را افزود.

در این مقاله ارزش در صنعت نفت موردشناسائی قرار میگيرد و فروش جاری صنعت نفت ایران در ارزش یابی پروژههای نفت و گاز اشاره می‌رود و برای ایجاد انگیزه در بکارگیری مهندسی ارزش توصیه هایی ارائه میگردد.

مهندسی ارزش بانگرش سیستماتیک به نقش و کاربرد هر محصولی که تولید می شود و یا هر خدماتی که عرضه میشود بدنبال جانشین آن با محصول ارزشمندتر و یا خدماتی بهینه تر به جستجو میپردازد.

در صنعت نفت، مهندسی ارزش از جایگاه ویژه ای برخوردار است. هزاران ماده خام، ماده میانی و محصول نهائی، انواع خدماتی که در این صنعت ارائه میشود و انواع تکنولوژیهای که در این صنعت بکار گرفته میشوند برای ارزشیابی به مهندسی ارزش سپرده میشوند که محصول جدید یا خدماتی بهینه را با هزینه کمتر و کیفیت بالاتر بدست آورد.

گرچه مدت کوتاهی است که مهندسی ارزش در صنعت نفت ایران بکار گرفته میشود لکن با تغییرات و توسعه هایی که در پیش است پیش بینی میگردد که مهندسی ارزش شکل مناسبی بخود گرفته و بعنوان یک ابزار مهندسی برای تقلیل هزینه ها مورد استفاده قرار میگيرد.

## ۲- تعریف ارزش و مهندسی ارزش

ارزش را میتوان با معادله زیر تعریف نمود.

$$\text{ارزش} = \frac{\text{قیمت}}{\text{هزینه}}$$

هرچه عدد این کسر از یک بیشتر باشد ارزش بیشتری حاکم است.

در این برابری، هزینه عبارتست از آنچه را که پرداخت میکنیم (خرج میکنیم) تا خدماتی را انجام دهیم، مواد و کالای را خریداری کنیم و در نهایت محصولی را تولید کنیم.

قیمت عبارتست از آنچه که مشتری در قبال تصاحب یا تملک کالای تولیدی، خدمات تولیدی و بطور کلی محصول تولید شده می پردازد. ارزش بگونه های مختلف تعریف میشود که عبارتست از:



ارزش هزینه ای: مبلغی یا زمانی که بابت تولید محصول هزینه یا صرف شده است.

ارزش تبدیلی: مبلغی که محصول بفروش میرسد و یا بازاء آن محصول دیگری مبادله میشود.

ارزش کاربری: ارزشی که شخص بخاطر نیازی که به آن محصول یا خدمات دارد تعیین میکند.

ارزش اعتباری: ارزشی که از دیدگاه شخص طالب بابت ویژگی های آن خدمات یا محصول تعیین میگردد.

مهندسی ارزش با بررسی و ارزیابی نقش و کاربرد هر سیستم، تجهیزات، محصولات و یا خدمات اقدام به مطالعه ویژگیهای ارزش اجزاء تشکیل دهنده آنها نموده و پیشنهادهای و توصیه های کاربردی را در قالب اهداف زیر ارائه میدهد.

- هزینه کمتر
- کیفیت برتر
- سودآوری بیشتر

با نگرش و مطالعه متدولوژیکی میتوان به آسانی در هزینه احداث پروژه، هزینه ساخت تجهیزات و هزینه خدمات صرفه جوئی قابل ملاحظه ای بعمل آورد.

### ۳- اصول مهندسی ارزش

در راستای اهداف کیفی و کمی که برای ارزش تعریف شده است مجموعه کیفیت، هزینه و سودآوری باید باخواسته ها و نیازهای بازار و مشتری موردسنجش و ارزیابی قرارگیرد. ازیکسو نظری مشتری یا مصرف کننده باید تامین شود جلب شود و محصول تولید شده و یا خدمات ارائه شده پس از تحویل به مشتری از کیفیت پایداری برخوردار باشد. ازسوی دیگر با ابتکارعمل و خلاقیت باید به جستجوی محصولی نو و یا خدماتی برتر و بهینه بود تا بازار و مشتری و مصرف کننده های آینده راتامین نمود.

اصولی که درمهندسی ارزش باید مدنظر قرار گیرند عبارتند از:

- شناخت دقیق نقش و کاربرد محصول تولیدی و یا خدمات
- شناخت دقیق بازار و رقیب
- شناسائی گزینه های موجه و جانشین بمنظور برآورده نمودن همان نقش و کاربرد با ارزش بیشتر
- شناسائی ویژگیهای فنی و مالی گزینه های شناسائی شده
- ارائه اندازه سنج های اقتصادی شامل سرمایه اولیه، مدت بازگشت سرمایه، نرخ بازگشت سرمایه و سودآوری گزینه های پیشنهادی



تولیدماده اولیه، محصول میانی و محصول نهائی در صنعت نفت از گستردگی و تنوع زیادی برخوردار است. ویژگیهای منابع نفت و گاز و ترکیبات نفت و گاز و حالات خاص آن بعنوان یک سیال در شرایط کاری مختلف بگونه ای است که تسهیلات، سیستم ها، ادوات، تجهیزات، ماشین آلات، واحدهای صنعتی و کارخانجاتی که در زنجیره تولید ماده خام، میانی و محصول نهائی قرار میگیرند به حسب مشخصات آن ماده بصورت خاص طراحی و ساخته میشوند.

واحدهای صنعتی و کارخانجاتی که در صنعت نفت طراحی و نصب میشوند بندرت بصورت یک خط تولید یکپارچه و همسان که عملیات احداث آن محدود به مونتاژ باشد تولید میشوند لذا خدمات طراحی، ساخت و نصب هرواحد و کارخانه باتوجه به ویژگیهای متفاوتی که سیال نفت و گاز در حالت های مایع، گاز، جامد و هیدرات در آن جریان دارد تابعی از متغیرهای گوناگون و خاص آن سیال می باشد. ازاینرو در طراحی، ساخت و نصب با گزینه های عدیده ای برای برآورده سازی نیازهای سرمایه گذاری روبرو خواهیم شد که پراهمیت ترین آن سه مرحله اولی در طراحی و در وهله بعد در ساخت و نصب می باشد. لذا مهندسی ارزش در صنعت نفت در مرحله مطالعات و طراحی بیشترین و حساس ترین موضوعات و موارد را برای ارزیابی، ارزش یابی و سنجش در مقابل خود دارد.

نحوه ساخت و نصب تجهیزات نیز موضوعات و موارد زیادی برای مطالعات ارزش قبل از اقدام به سرمایه گذاری پیش رو دارد. اگرچه مهندسی ارزش در این مرحله به جزئیات امر وارد نمی شود لیکن کلیات پارامترها و مولفه های حساس را ارزشیابی میکند. هرچه مهندسی ارزش در این مرحله از کار مذاقه و کاوش بیشتری بعمل آورد معیارهای معتبر و موجهی را در اختیار سرمایه گذار قرار میدهد بطوریکه سرمایه گذار بتواند در تصمیم گیری های خود بدرستی عمل کند.

مواد، محصولات و خدماتی که در صنعت نفت تولید میشوند در قالب چهار گروه زیر قابل تقسیم بندی است:

#### • اکتشاف و تولید

ارزش بیشتر پروژههای اکتشاف و تولید در گرو شناسائی دقیق مشخصات منابع نفت و گاز و پیش بینی درست روند تولید بهینه آن است.

#### • انتقال

ارزش بیشتر پروژه های انتقال به هزینه کمتر سرمایه گذاری و هزینه کمتر انتقال و قابلیت اعتماد بالا به جریان بدون وقفه سیستم انتقال متکی است

#### • پالایش (تصفیه)

ارزش بیشتر پالایش به هزینه کمتر سرمایه گذاری و هزینه کمتر بهره برداری و کیفیت بیشتر مواد پالایش شده و برآورده سازی نیازهای زیست محیطی متکی است.



## • تولید محصولات میانی و نهائی شیمیائی و پتروشیمی

ارزش بیشتر به هزینه کمتر و کیفیت بالاتر، قیمت بیشتر محصول در بازار و رعایت الزامات زیست محیطی متکی است.

روش مرسوم در تعیین ارزش پروژههای نفتی بدینگونه بوده است که سرمایه موردنیاز جهت احداث پروژه به علاوه هزینه های دوران بهره برداری و تعمیرات پروژه برآورده میشده و در صورتیکه بازگشت سرمایه دارای نرخ قابل قبولی بوده اجرای پروژه مدنظر قرار گرفته است و در این رهگذر ابتدا بودجه اولیه پروژه تعیین (یا تخمین) نقدینگی موردنیاز در اختیار مجری طرح قرار میگرفته که پروژه اجرا شود. بودجه پروژه در حین اجرای پروژه دستخوش تغییرات فاحشی میگردد و همواره در جهت افزایش تغییر می یافت. بعلت نبود اطلاعات کافی، پیش بینی هزینه های پروژه مقدور ننوده و عملاً هزینه پروژه پس از تکمیل و راه اندازی پروژه مشخص میگردد.

روشی که در صنایع نفت ایران جهت ارزش یابی و کم کردن هزینه ها بکار گرفته می شده است روش اخذ قیمت از پیمانکاران می باشد. در این روش مجری طرح با داشتن برآورد تقریبی از کار اقدام به تهیه اسناد مناقصه نموده و با شرح کار و مشخصات کلی و نقشه های اولیه (و در مواردی شرح کار و مشخصات کلی بدون نقشه و طرح مدون) از پیمانکاران استعلام بعمل می آورد. پس از بازگشائی پاکات مالی، کارفرما با قیمت های متفاوت مواجه میگردد و در مواردی اختلاف قیمت بگونه ای زیاد بوده که موجب بررسی واستعلام مجدد میشود. در این روش به پیمانکاران این فرصت داده میشود که در مقابل شرایط فنی و شرح کار و دستورالعمل های از پیش تعیین شده کمترین قیمت خود را ارائه بدهند.

مجری طرح به روش چانه زنی و یا ترغیب پیمانکار به تقلیل قیمت ها، هزینه ها را تقلیل داده و عملاً بخشی از مهندسی ارزش در دوران مناقصه به پیمانکار واگذار می گردد. اگرچه در این روش تا اندازه ای هزینه سرمایه گذاری تقلیل می یابد لیکن از نقطه نظر ارزش یابی و افزایش کیفیت و کاهش هزینه های کل طرح راهکار مناسبی ارائه نمی گردد.

در صنعت نفت، مهندسی ارزش هم در اندازه کلان و هم در اندازه خرد جایگاه مشخصی دارد. در اندازه کلان، ابعاد کلی اقتصادی، سیاسی و اجتماعی پروژه مورد سنجش و ارزیابی قرار میگيرد و در اندازه خرد صرفه جوئی در اجزاء تشکیل دهنده پروژه مورد بررسی و مذاقه قرار میگيرد.

برای موثر واقع شدن مهندسی ارزش می باید دسترسی به بانک های اطلاعاتی نظم یافته و دستچین شده ای از پروژه های تکمیل شده و پروژه های در دست اجراء فراهم شود و با استفاده از تجارب بدست آمده و اطلاعات جمع آوری شده از این پروژهها پیشنهاد های جایگزین ارائه گردد.

در غیاب بانک های اطلاعاتی پربار و موثق، اجرای مهندسی ارزش دچار مشکل میگردد و پیشنهادهای و رهیافت هایی که ارائه می شوند عموماً بصورت نظری و ذهنی و خالی از پشتوانه فنی پربار خواهند بود. قیاس از ابزارهای مهم مورد استفاده در مهندسی ارزش است. سوابق و عملکرد های سنجیده و ناسنجیده



معیارهایی که در مهندسی ارزش در اندازه کلان بایستی مورد نظر قرار گیرد تا زمینه و بستر مساعدی برای تفکر و اندیشه نو در انجام مهندسی ارزش فراهم گردد عبارتند از:

- ادغام شرکت ها و تقلیل هزینه های بالاسری
- واگذاری کار ، خدمات و خط تولید به نیروهای خارج از سازمان
- تغییر شکل سازمان و نظام اداری و تجدیدنظر در مسئولیت ها و اختیارات
- افزایش بهره وری با بکارگیری سیستم مدیریت منسجم و مدیریت دانش
- خصوصی سازی

در بکارگیری این معیارها بایستی مطالعه و دقت کافی بعمل آید چه بسا در صورت عدم مطالعه کافی ، پیاده نمودن این معیارها میتواند اثرات سوئی بر محیط کار و امنیت کار بصورت مستقیم و یا غیرمستقیم ایجاد نماید.

از مولفه های دیگری که در مهندسی ارزش در اندازه کلان بایستی مدنظر قرار گیرد نحوه سرمایه گذاری است یا به عبارتی ارزیابی نحوه سرمایه گذاری است. معمولاً با انجام بررسی های مقدماتی و مطالعات اولیه قبل از سرمایه گذاری و ارائه اندازه سنج های بسیار کلی که در اختیار سرمایه گذار قرار میگیرد سرمایه گذار باتوجه به منابع تامین مالی، زمان دسترسی به محصول ، میزان سرمایه گذاری و بازگشت سرمایه یکی از روش های سرمایه گذاری زیر را انتخاب میکند:

- ▽ سرمایه گذاری با مشارکت با شرکت های بین المللی
- ▽ سرمایه گذاری با تسهیلات بیع متقابل
- ▽ سرمایه گذاری با تسهیلات مالی خارجی (دولتی)
- ▽ سرمایه گذاری با تسهیلات مالی خارجی (دولتی و خصوصی)
- ▽ سرمایه گذاری از طریق بودجه ملی یا تسهیلات مالی داخلی که در این حالت مراحل اجرای پروژه توسط سرمایه گذار (کارفرما) یکی از صور زیر با انعقاد قرارداد با پیمانکار انجام میپذیرد.

- کلید در دست (Turn-Key)
- مهندسی، تامین کالا و اجرا (EPC)
- مهندسی و تامین کالا (EP)
- انعقاد قراردادهای مجزا برای هر یک از فعالیت های مهندسی (E) ، عملیات ساختمانی و نصب (C) و انجام تدارکات کالا (P) توسط کارفرما

انجام موفقیت آمیز مهندسی ارزش مانند سایر فعالیت ها نیاز به نیروی محرکه دارد که این نیروی محرکه را میتوان بدو روش زیر ایجاد نمود.

- روش انگیزه ای
- روش اجباری



پروژه های گذشته و شاخص های ارزشمندی که در این پروژه ها بدست آمده است باید بطور کمی و کیفی موردقیاس قرار گیرند تا به ارزش واقعی پی برده شود.

## ۵- مهندسی ارزش در اندازه کلان

پروژه های سرمایه گذاری در صنعت نفت ایران یا در قالب برنامه ریزی های سیستماتیک انجام میشده و یا در شرایط اضطرار و در قالب تصمیم گیری های مقطعی انجام می پذیرفته است.

تصمیم گیری ها براساس گزارشات مطالعات توجیهی فنی واقتصادی برحسب چگونگی فرصتی که در اختیار مجری طرح بوده است با مطالعات عمیق یاسطحی یا نظری اتخاذ می شده است. در مواردیکه ضرورت و اضطرار ایجاد میکرده است بالطبع بعلت ضیق وقت ومحدودیت های نظام اداری عمق مطالعات قبل از اقدام به سرمایه گذاری از کفایت مطلوب برخوردار نبوده است و ارزش سرمایه گذاری با دقت کافی مورد سنجش قرار نمی گرفته است.

بطور کلی سرمایه گذاری ها در چهارچوب معیارهای زیر مورد توجه مجریان پروژهها قرار میگیرد.

- ملاحظات سیاسی (عدم وابستگی به تکنولوژی و قطعات ، تمرکززدائی صنعتی، عمران و آبادی منطقه، روابط بین المللی، سیاست های صادراتی ، نحوه تامین سرمایه، ...)
- ملاحظات ژئوپولیتیکی (پروژههای میادین مشترک، حضور بیشتر در منطقه، مناسبات بازرگانی با همسایگان، ...)
- اندازه اقتصاد (محدودیت سرمایه، ظرفیت بهینه تولید، ظرفیت صادراتی،...)
- هزینه های سرمایه گذاری (هزینه های مدیریت، طراحی، خرید کالا، عملیات ساختمانی و نصب و راه اندازی و آموزش)
- هزینه های بهره برداری و تعمیرات (سازمان بهره برداری، قطعات و لوازم یدکی، کاتالیزست، ...)

بانگرشی نو و در قالب مطالعات مهندسی ارزش میتوان مجموعه اندازه سنج های فوق الذکر را بطور سیستماتیک موردشناسائی و ارزیابی قرارداد و ضمن تعیین گزینه ای مطلوب ، اولویت ها و معیارهای اقتصادی مربوطه را برای تصمیم گیری سرمایه گذار ارائه نمود.

گرچه اندازه سنج های اقتصادی نقش کلیدی در تصمیم گیری ها ایفا مینمایند لکن اندازه سنج های دیگر بستگی به مورد در تصمیم گیری موثر واقع میشوند و از اینروست که ارزش ها، معیارها و نگرش های سرمایه گذاران دولتی و خصوصی همانند هم نیست.

سرمایه گذاران دولتی و کارآفرینانی که تشکیلات عریض و طویلی دارند و درگیر نظام های اداری و کم انعطافی هستند در بکارگیری مهندسی ارزش قادر نخواهند بود که بخوبی و همانند سرمایه گذاران خصوصی ارزش واقعی سرمایه گذاری را با بکارگیری تکنیک های مهندسی ارزش بکار برند.





روش انگیزه ای معمولاً برای سرمایه گذاران دولتی کاربرد کمی دارد زیرا روند ایجاد انگیزه در سازمان های دولتی بدون آنکه اعضاء آن سازمان در سودآوری مشارکت داشته باشند بسیار کند و در مواردی غیرقابل دست یابی است. روش انگیزه ای برای سرمایه گذاران دولتی زمانی بیشترین کاربرد را دارد که طرف متقابل یا پیمانکار را در سودآوری حاصل از مهندسی ارزش سهیم نمایند.

روش اجباری برای سرمایه گذاران دولتی میتواند بصورت یک دستورالعمل اجباری مورد اجرا قرار گیرد. مثلاً سقفی را برای اجرای مهندسی ارزش پروژهها تعیین نمود و اعمال مهندسی ارزش را برای پروژههایی که سرمایه گذاری آن مثلاً از ۵ میلیون دلار بیشتر است اجباراً با اجرا درآورد. عبارتی هر پروژه ای که مبلغ سرمایه گذاری آن بیش از ۵ میلیون دلار است باید مهندسی ارزش بر روی آن انجام شود و پس از صحه گذاری مجوز اجرای آن صادر شود. میتوان مطالعات مهندسی ارزش را توسط کمیته فنی متشکل از یک گروه کارشناسی فنی و مالی درون سازمانی و یا توسط موسسات و شرکت های بخش خصوصی که دارای چنین تخصصی باشند انجام داد.

در این دستورالعمل اقداماتی که بایستی بصورت گام به گام انجام شود تا اطلاعات کافی جمع آوری شده ، برآوردها با محاسبات دقیق تر و موثق تری انجام پذیرفته و جمع بندی ها از یک الگوی حساب شده ای پیروی نماید تبیین میگردد.

پروژه های گوناگونی با روش سرمایه گذاری مختلفی در صنعت نفت انجام شده است و ضروری است که بانک اطلاعاتی منسجمی از ارزش ها و معیارها و شاخص های کلی فنی و مالی آنها تهیه شود که در مطالعات مهندسی ارزش مورد مقایسه قرار گیرند و برای کاهش هزینه پروژه های آینده مبنای قیاس باشند.

عملکرد این پروژه ها را از لحاظ میزان سرمایه گذاری، مدت سرمایه گذاری (مدت اجرای پروژه) ، ارزیابی قابلیت های فنی و اجرائی ایجاد شده باید به روش علمی و با اطلاعاتی موثق و مستند مورد ارزیابی و ارزش یابی قرار داد.

با بهره مندی از اطلاعات پروژه های در دست اجرا و تکمیل شده و در قالب تجزیه و تحلیل های فنی و مالی پروژه مورد نظر میتوان ارزش های زیر را به شاخص اقتصادی تبدیل نموده و جهت تصمیم گیری در اختیار سرمایه گذار قرار داد:

## هزینه ، کیفیت ، زمان

ذکر این نکته ضروری است که کشور ما دارای قابلیت ها و امکانات رو به رشد است و استفاده از این قابلیت ها آورنده ارزش در حال و آینده می باشد و ارزیابی آنها برای استفاده در طرحهای برنامه ریزی شده بسیار حساس می باشد و لذا در سنجش این امکانات نسبت به امکاناتی که از منابع خارجی قابل دسترسی است بایستی بسیار محتاط و حساب شده عمل نمود.



همانطوریکه قبلاً اشاره رفت اجرای مهندسی ارزش در مرحله قبل از سرمایه گذاری و نیز در مراحل اولیه اجرای پروژه کاربرد بسیار مفید و موثری خواهد داشت.

در صورتیکه مهندسی ارزش در مرحله مطالعاتی و طراحی پروژه انجام شود بالاترین اثر خود را در افزایش ارزش پروژه برجای خواهد گذاشت. گرچه مهندسی ارزش در مرحله مطالعاتی و طراحی اقدام به ارزیابی و ارزشیابی سرمایه گذاری و فعالیت های بعدی پروژه میکند لکن همین مراحل مطالعاتی و طراحی و سایر خدمات نظیر مدیریت و نظارت پروژه را نیز میتواند مورد ارزیابی قرار دهد بگونه ای که این خدمات نیز بنوبه خود بهینه باشند بگونه ای که مثلاً در مرحله طراحی، عملیات طراحی سریع تر و با کیفیت بهتر ارائه شود.

بطور کلی مهندسی ارزش باید در سه مرحله "طراحی"، "ساخت تجهیزات" و "ساختمان و نصب" اصولی را ملاک عمل قرار دهد که عبارتند از:

#### مرحله طراحی:

بهینه سازی کلیه ابعاد اقتصادی طرح با استفاده از خلاقیت های جدید و تکنولوژی های جدید.

#### مرحله ساخت تجهیزات:

بهینه سازی ساخت تجهیزات با اعمال خلاقیت در طراحی تجهیزات، کاهش ساعات کار ساخت، کوتاه نمودن مدت ساخت، کم کردن وزن تجهیزات، استفاده از جنس مقاوم تر، کم کردن مصرف انرژی

#### مرحله ساختمان و نصب:

خلاقیت در بهینه سازی حجم کار و هزینه و سرعت اجرای کارهای خاکی، بتنی، سازه ای، نصب تجهیزات، لوله کشی، کابل کشی، ابزار دقیق و کنترل

معمولاً استانداردها، رویه ها و دستورالعمل ها در شرایط وقت تهیه میشوند و فارغ از دیدگاههای اقتصادی مقررات ثابتی را تبیین مینمایند که پس از گذشت زمان توجه اقتصادی قابل قبولی بخود نمیگیرند. لذا دستورالعمل ها، رویه ها و استانداردها باید بصورت پویا مورد بازنگری قرار گیرند و خلاقیت هایی که در زمان اجرای پروژهها بدست می آید بنحوی در تدوین و یا تجدیدنظر در آنها موردنظر قرار گیرد.

مهندسی ارزش نه تنها در پروژههای جدید بلکه در پروژههای موجود و واحدها و کارخانجات قدیمی که مورد بازسازی، نوسازی، گرفتگی زدائی و افزایش کیفیت که مورد درخواست سازمان محیط زیست قرار میگیرند نیز جایگاه ویژه ای دارد.



در اینجا به ذکر چند مثال کاربردی مهندسی ارزش می پردازیم.

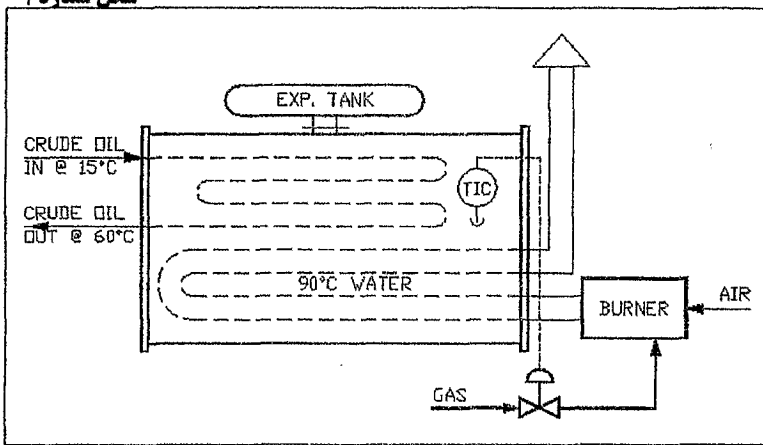
#### مثال ۱: اجرای مهندسی ارزش برای کاهش هزینه ساخت تجهیزات نفتی

استعلامی برای ساخت یک گرم کننده نفت خام سنگین بدست شما میرسد و می خواهید که قیمت بدهید.

این گرم کن قرار است که نفت خام سنگین را که دارای گرانیوی API 14 است در محلی در سرچاه نفت گرم کند که جریان نفت خام جهت انتقال به نقطه مورد استفاده تسهیل گردد.

مشتری مطابق استنادردی که برای تجهیزات نفت مورد نظر دارد از سازنده تجهیزات گرم کن می خواهد که پیشنهاد خود را برای گرم کن نوع وان (Water Bath Heater) تهیه نماید.

شکل شماره ۱



سازنده اقدام به مطالعات مهندسی و تعیین تراز حرارتی و تراز جرمی و تعیین ابعاد و اندازه محفظه آتش، مقدار گاز، مقدار آب و اندازه و تعداد لوله های مارپیچی (Coil) حرارتی میکنند و هزینه این گرم کن را که ابعاد بزرگی بطول ۱۰ متر و قطر ۴ متر دارد محاسبه نموده و در نهایت قیمت پیشنهادی خود را که برابر \$380,000 می باشد بدست می آورد.

در اینجا سازنده میتواند این قیمت را به مشتری خود بدهد و مشتری هم پس از مقایسه فنی اقتصادی بین این پیشنهاد و سایر پیشنهاداتی که برای گرم کن از نوع وان (Water Bath Heater) دریافت کرده کمترین قیمت را مشروط به تامین مشخصات فنی گرم کن از نوع وان را انتخاب نماید و سفارش را تنظیم نماید. سازنده براساس سفارش گرم کن را ساخته و به مشتری تحویل و مشتری هم آنرا نصب و مورد بهره برداری قرار دهد. لکن سازنده ای با نگرش جدیدی درصدد رهیافتی که بتواند قیمت را کاهش دهد می افتد.

ابتدا سازنده به فلسفه کار این دستگاه می اندیشد و این پرسش ها را از خود می کند.



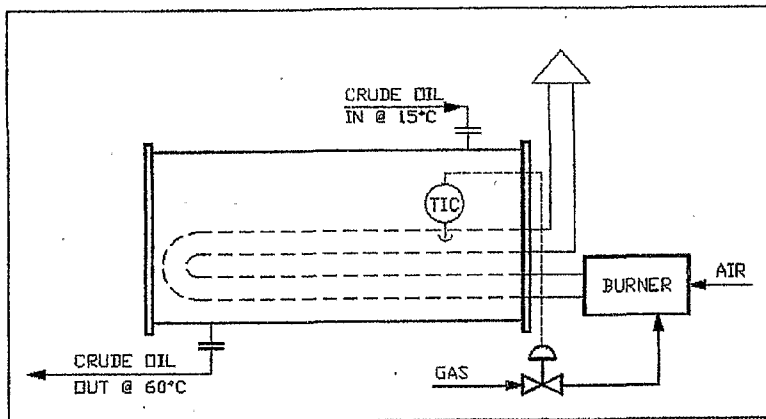
- س: کاراین گرم کننده چیست؟
- ج: بالابردن درجه حرارت نفت خام سنگین از  $15^{\circ}\text{C}$  به  $60^{\circ}\text{C}$
- س: وان آب دراین گرم کننده چه نقشی دارد؟
- ج: انتقال غیرمستقیم گرما به نفت خام سنگین
- س: منظور از غیرمستقیم چیست؟
- ج: ابتدا محفظه آتش حرارت را به آب میدهد و سپس آب گرمای دریافتی را به نفت خام سنگین منتقل میکند.
- س: علت بزرگی ابعاد این گرم کن چیست و چگونه میتوان ابعاد این گرم کن را کوچک نمود که هزینه کم شود؟
- ج: گرانروی بسیار زیاد نفت خام سنگین و سطح حرارتی موردنیاز لوله های مارپیچی (Coil) باعث بزرگی این گرم کن شده است.
- س: چه محدودیتی دراین نوع گرم کننده داریم؟
- ج: درجه حرارت آب دراین نوع گرم کن ها بایستی زیردرجه حرارت نقطه جوش آب در فشار یک اتمسفر قرار گیرد ( $90^{\circ}\text{C}$ ) و لذا شار حرارتی که به نفت خام منتقل میشود محدود است.
- س: آیا میتوان بروش دیگر شارحرارتی را بالا برد؟
- ج: بله، از روش بالابردن درجه حرارت
- س: آیا میتوان بجای روش غیرمستقیم از روش مستقیم جهت گرمزائی استفاده کنیم و درجه حرارت و شارحرارتی را بالا برد؟
- ج: بله.
- س: آیا میتوان بجای انتقال حرارت طبیعی (Natural Convection) از انتقال حرارت القائی (Forced Convection) استفاده کرد؟
- ج: بله.
- دراینجا دو گزینه (دونوع گرم کننده) درنظر سازنده پدیدار میگردد که یکی گرم کن مستقیم (Direct Fire Heater)، و دیگری گرم کن غیرمستقیم شامل محفظه مجزائی برای آب گرم و مبدل حرارتی (Water Bath / Heat Exchanger) برای نفت خام سنگین.
- با انتخاب گرم کن از نوع مستقیم با شار حرارتی بالاتر به گرم کن شامل محفظه تحت فشار (Pressure

شکل شماره ۲



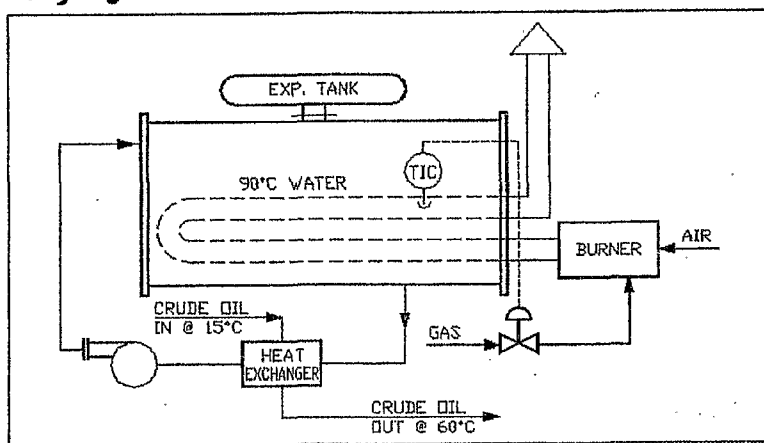
(Vessel با ابعاد کوچکتر (طول ۱۰ متر و قطر ۲ متر) و هزینه ای کمتر و به قیمتی برای \$220,000

می رسد.



با انتخاب گرم کن از نوع غیرمستقیم شامل محفظه مجزائی برای آب گرم با ابعاد ۸ متر و قطر ۲ متر و مبدل حرارتی (Water Bath/Heater Exchanger) به قیمتی برابر \$280,000 میرسد.

شکل شماره ۳

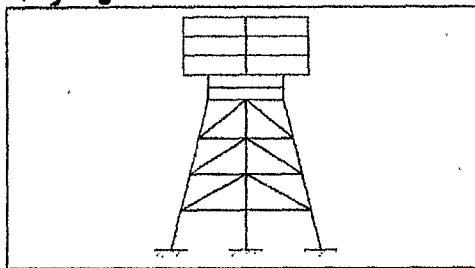


مثال ۲: اجرای مهندسی ارزش برای کاهش هزینه نصب عرشه بر روی پایه یک سکوی نفتی

در نظر است که عرشه (Top Side) یک سکوی تولید بر روی پایه سکوی نفتی نصب گردد.

ابتدا روشی که نظر پیمانکار نصب دریائی را جهت نصب عرشه بر روی پایه سکو جلب مینماید روش استفاده از بارج مجهز به جرثقیل (Crane Barge) است.

شکل شماره ۴



بارج مجهز به جرثقیل (Crane Barge) هزینه بهره برداری، نگهداری و تعمیرات سنگینی دارد. برای نصب عرشه بارج مجهز به جرثقیل بایستی از محل استقرار خود به محل نصب جابجا شود و در زمان نصب عملیات بالابری و جاسازی عرشه را بر روی سکو انجام داده و سپس به محل استقرار خود برگردد. هزینه روزانه این بارج بسیار سنگین است و برای مدت زمان نصب بعلاوه زمانهای رفت و برگشت هزینه نسبتاً سنگینی دربر خواهد داشت.

در اینجا این سؤال مطرح میگردد که چگونه هزینه نصب عرشه بر روی پایه سکو را تقلیل دهیم. ظاهراً پاسخ به این سؤال خیلی مشکل بنظر میرسد لکن با تجزیه و تحلیل و پیدا کردن گزینه های جانشین به نتیجه ای مطلوب خواهیم رسید که در اینجا به ذکر آن می پردازیم.

س: نقش بارج مجهز به جرثقیل چیست؟

ج: برداشت عرشه (Top Side) از روی بارج و بلند کردن آن تا ارتفاع چندمتری و گذاشتن آن بر روی ۶ پایه سکوی.

س: آیا رهیافت دیگری وجود دارد که بدون استفاده از جرثقیل بتوان عرشه را بر روی پایه سکو قرارداد؟

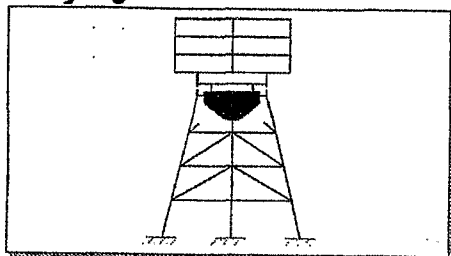
ج: بله، بجای بارج مجهز به جرثقیل و تجهیزات گران قیمتی که روی آن نصب شده است از بارج بدون جرثقیل استفاده می نمائیم و از نیروی شناوری متغیر و قابل کنترل یک بارج استفاده میکنیم و عمل بالابری را توسط خود بارج انجام میدهیم بدین ترتیب که با پرکردن محفظه درون بارج از آب، سطح بارج پائین می آید و با خالی کردن بارج از آب، سطح بارج بالا می آید.

س: چگونه بارج بر روی سکو قرار میگیرد؟

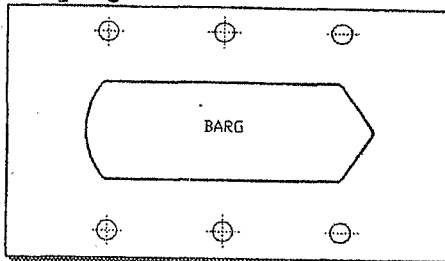
ج: بارج را در حدفصل بین پایه های سکو جای میدهیم و عمل بالآ آمدن و پائین آمدن را درجا انجام میدهیم. منتهی تیرهای قسمت فوقانی سکو، بطور کلی هرگونه موانع یا عضو سازه ای را در مسیری که بارج به سکو وارد می شود بایستی برداریم و پس از آنکه عرشه بر روی پایه ها نصب گردید، تیرهای قسمت فوقانی و اعضاء مربوطه را در جای خود نصب خواهیم نمود.



شکل شماره ۶



شکل شماره ۵



در این صورت بارج سبکتر و ساده تری که هزینه آن بمراتب کمتر از بارج جرثقیل دار بود بکار گرفته میشود و در مجموع هزینه احداث به کمتر از یک سوم هزینه قبلی کاهش می یابد.

این روش نصب که اصطلاحاً روش "شناوری بر روی سکو Floatover" نامیده میشود باید در زمان طراحی پروژه دیده شود و تمهیدات لازم جهت مقابله با نیروهائی که بارج در حین عملیات شناوری و بالا و پایین بری عرشه وارد خواهد نمود (در غیاب دو تیر فوقانی) منظور گردد.

**مثال ۳:** اجرای مهندسی ارزش جهت کاهش هزینه ساخت مخزن تحت فشار جهت مایع گیری گاز ورودی به کمپرسور.

برای حفاظت کمپرسورهای گاز از صدمات حاصل از ورود مایع (بصورت ذرات معلق در گاز و یا بصورت مایع آزاد در گاز) بداخل کمپرسور در ورودی کمپرسور یک مخزن تحت فشار نصب میکنند که مایعات احتمالی را در آن حبس و حسب مورد تخلیه نمایند.

در یک ایستگاه تقویت فشار نیاز به یک مخزن تحت فشار (Scrubber) با شرایط کاری 138 Bar و جریان گاز 75 MMSCFD می باشد براساس مشخصات ارائه شده توسط طراح پروژه استفاده از Wire Mesh توصیه شده و ابعاد Scrubber برابر ۱/۷ متر قطر، سه متر ارتفاع و ضخامت بدنه برابر 76mm بدست می آید. چنین ضخامتی صرفنظر از مسائل ساخت و حمل قیمت زیادی خواهد داشت زیرا هرچه قطر مخزن بزرگتر باشد ضخامت آن بیشتر خواهد بود و مقدار فولاد مصرفی زیاد و هزینه ساخت آن نیز زیاد خواهد بود.

حال صورت مساله این است که چگونه قطر را کم کنیم که فولاد کمتری بکار بریم که نتیجتاً هزینه ساخت و حمل و نصب کاهش یابد.

**س:** نقش این مخزن تحت فشار چیست؟

**ج:** ذخیره مایعات همراه گاز و جلوگیری از ورود آن به کمپرسور

**س:** چگونه مایعات در این مخزن جمع میشوند؟

**ج:** با تقلیل سرعت گاز (افزایش قطر مخزن) و نیز استفاده از ذره گیر (Demister Pad)



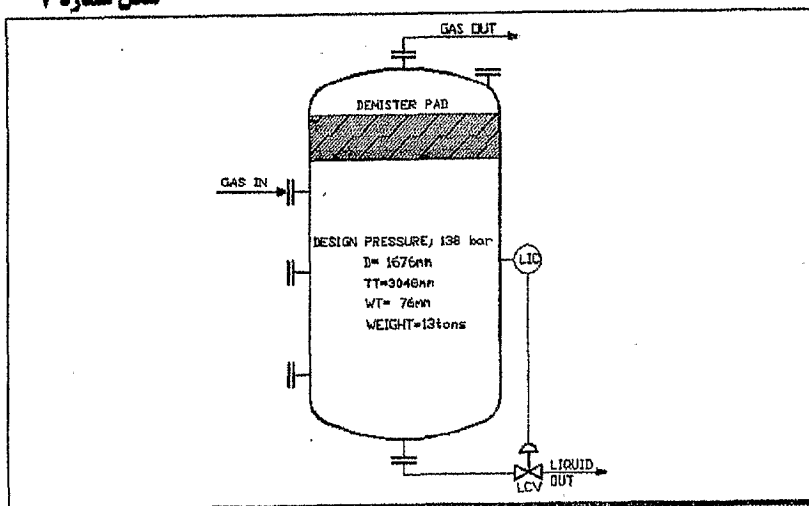
س: آیا میتوان در سرعت بالا و با وسیله دیگری غیر از Wire Mesh مایعات را جمع آوری کرد؟

ج: بله، از طریق Cyclone و یا از طریق Vane type mist extractor.

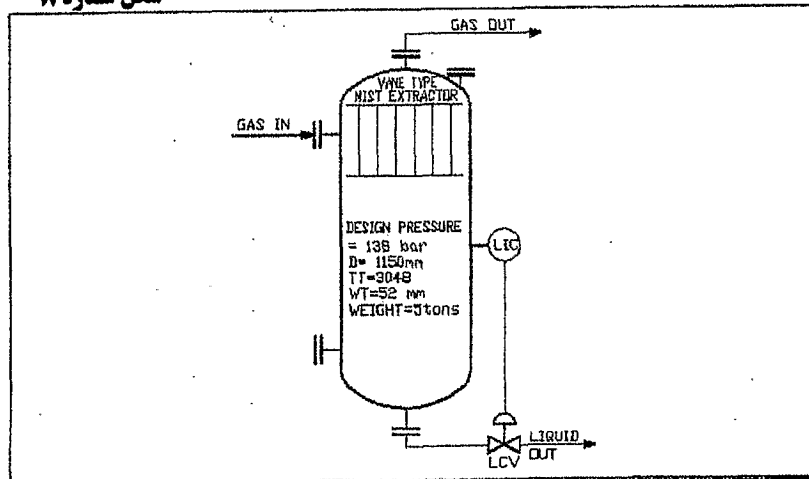
س: با استفاده از Vane type scrubber و یا Cyclone scrubber چه میزان قطر کم میشود و چه میزان صرفه جوئی حاصل میگردد؟

ج: قطر به  $2/3$  تقلیل می یابد، ضخامت به 52mm تقلیل می یابد و وزن خالص از ۱۳ تن به ۵ تن تقلیل می یابد. درعین حالیکه قیمت Vane type scrubber از قیمت Demister pad بیشتر است صرفه جوئی قابل ملاحظه ای (تا ۵۰ درصد) در هزینه های ساخت و حمل و نصب بدست خواهد آمد.

شکل شماره ۷



شکل شماره ۸

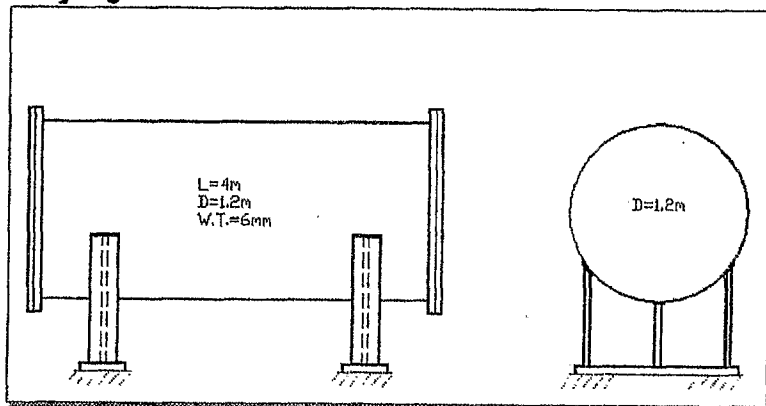




مثال ۴: اجرای مهندسی ارزش برای کاهش ساعات کار ساخت تجهیزات.

ساخت یک مخزن افقی به ابعاد مشخص و ورق های فولادی با ضخامت و نوع جنس مشخص بشکل زیر از یک سازنده خواسته میشود.

شکل شماره ۹



سازنده جهت کم کردن ساعات کار ساخت این دستگاه به تفکر مینشیند و از خود میپرسد.

س: چگونه میتوان مقدار جوشکاری را کاهش داد بدون آنکه صدمه ای به نقش و کاربرد دستگاه وارد آید؟

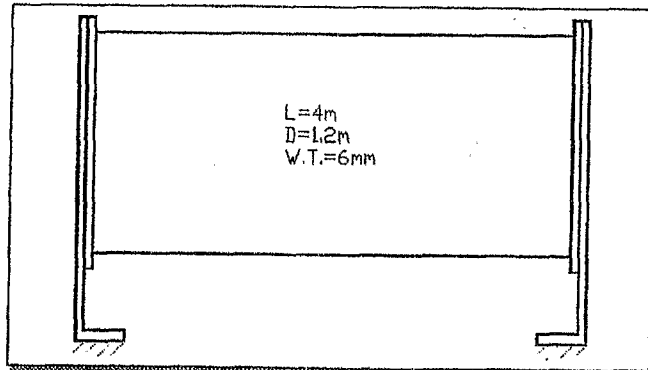
ج: با انجام یک جوشکاری برای دو یا چند منظور.

س: آیا میتوان جوشکاری هایی را یافت که بصورت مشترک انجام شوند؟

ج: بله، در صورتیکه Saddle را با کنگی در یک راستا بسازیم.

بدین ترتیب از متراژ جوشکاری کاسته میشود، در مصرف فولاد صرفه جوئی بعمل می آید و زمان اجرا نیز کمتر خواهد شد.

شکل شماره ۱۰



**س:** مهندسی ارزش چه هزینه ای دارد؟  
**ج:** درصدی از صرفه جوئی در هزینه های گزینه نهائی که توسط کمیته موردتصویب قرار میگیرد.  
 این درصد معمولاً عددی یک رقمی و در مواردی چند دهم درصد هزینه های صرفه جوئی شده می باشد.

**س:** چه انگیزه ای باعث میگردد که مهندسی ارزش بخوبی و با بهره وری بیشتر انجام شود؟  
**ج:** مشارکت در سودآوری بالاترین انگیزه را دارد.

**س:** چه کسی از مهندس ارزش بهره می برد؟  
**ج:** سرمایه گذار (مشتري / کارفرما) از گزینه پیشنهادی بهره مند میشود.  
 سازنده تجهیزات و یا پیمانکار هم با اجرای مهندسی ارزش درکاری که بوی واگذار شده بهره مند میشود.

## ۷- متدولوژی اجرای مهندسی ارزش

کلیه متدولوژی های گوناگونی که برای اجرای مهندسی ارزش موجود اند و به مورد اجرا گذاشته میشوند از یک سامانه کلی برخوردارند و بطور کلی دارای مراحل اصلی زیراند:

- مرحله جمع آوری اطلاعات ، مراجعه به بانک اطلاعاتی پروژه ها و سیستم های نظیر، شناسائی تنگناها و محدودیت ها.
- تعیین نقش و کاربرد اجزاء اصلی و فرعی پروژه و سیستم های زیرمجموعه آن.
- تعیین گزینه های ممکن که بتواند همان نقش و کاربرد را با هزینه کمتری ایفا نماید.
- انتخاب گزینه های مطلوب که همزمان کمترین هزینه را داشته باشد.
- صحت گذاری و ارائه گزینه نهائی مطلوب.

بطور کلی هر پروژه یا سیستمی که مورد مطالعه مهندسی ارزش قرار میگیرد در برابر پرسش های اساسی زیر که چهارچوب متدولوژی اجرای مهندسی ارزش را تبیین میکنند قرار میگیرد.

**چرا:** فعالیت ها چه اهداف و نظرهائی را دنبال میکنند؟

**کجا:** فعالیت ها در چه محل (شرایطی) انجام میپذیرد؟

**کسی (چه زمانی):** ترادف و ترتیب فعالیت ها چگونه است؟

**چه کسی:** چه افرادی بایستی فعالیت ها را انجام دهند؟

**چگونه:** با چه وسیله ای فعالیت ها انجام میشود؟



پرسش های اساسی	دراولین نگرش	در نگرش های بعدی
<b>چرا</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>در عمل چه کاری انجام میشود</li> <li>اصولاً چرا بایستی این کار انجام شود</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>چه کارهایی انجام میشود</li> <li>چرا انجام میشوند</li> <li>چه کارهای دیگری بجای آنها میشود انجام داد</li> <li>چه کاری بهتر است انجام شود</li> </ul>
<b>کجا</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>در کجا این کار انجام میشود</li> <li>چرا در آنجا انجام میشود</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>در کجاها این کارها انجام میشود</li> <li>چرا این کارها در این محل ها انجام میشود</li> <li>در چه جاهایی دیگر میشود این کارها را انجام داد</li> <li>در چه جاهایی بهتر است این کارها انجام شود</li> </ul>
<b>کی</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>در چه زمانی این کار انجام میشود</li> <li>چرا در این زمان این کار انجام میشود</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>در چه زمانهایی این کارها انجام میشود</li> <li>چرا در این زمانها این کارها انجام میشوند</li> <li>در چه زمانهای دیگری میشود این کارها را انجام داد</li> <li>چه زمانهایی بهتر است این کارها انجام شود</li> </ul>
<b>چه کسی</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>چه کسی این کارها را انجام میدهد</li> <li>چرا این کار بایستی توسط وی انجام شود</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>چه کسانی این کارها را انجام میدهند</li> <li>چرا این کارها بایستی توسط آنها انجام شود</li> <li>چه کسان دیگری میتوانند این کارها را انجام دهند</li> <li>بهتر است که چه کسانی این کارها را انجام دهند</li> </ul>
<b>چگونه</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>چگونه و با چه وسیله ای این کار انجام میشود</li> <li>چرا بایستی با این وسیله این کار انجام شود</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>چگونه و با چه وسیله ای این کارها انجام میشود</li> <li>چرا این کارها بدینوسیله انجام میشود</li> <li>آیا روشهای و وسیله ی دیگری هست که این کار انجام شود</li> <li>بهتر است این کارها بچه وسیله و یا روشی انجام شوند</li> </ul>

## ۸- نتیجه گیری

متدولوژی معمول در پروژه های صنعت نفت بدینگونه بوده است که ابتدا مطالعات اولیه ای انجام و هزینه تمام شده پروژه برآورده شده و متعاقباً بودجه برای آن در نظر گرفته میشد و اگر در حین اجرا، بودجه از سقف پیش بینی شده تجاوز مینمود دلایل توجیهی عنوان و بطریقی بودجه اضافی اخذ میگردد و یا در صورت امکان اقدامات اصلاحی صورت می پذیرفت.

با بکارگیری مهندسی ارزش، مدیریت افزوده ای برای کنترل هزینه اعمال میگردد و بدین ترتیب نه تنها سعی بر آن خواهد بود که در قالب سقف بودجه تعیین شده حرکت نمود بلکه با ابتکار عمل و خلاقیت های مستمر هزینه ها را کنترل نمود بطوریکه هزینه از رقم پیش بینی شده کمتر شود.



مهندسی ارزش را میتوان در مراحل مختلف اجرای پروژه (مرحله طراحی مقدماتی و ابتدای طراحی تفصیلی) انجام رساند. هرآنگاه مهندسی ارزش در ابتدای پروژه یا قبل از آنکه طراحی تفصیلی به مراحل نهائی برسد انجام پذیرد تاثیر آن در جهت تقلیل هزینه ها بیشتر خواهد شد.

مهندسی ارزش از یک سلسله مطالعات فشرده و جامع سیستماتیک تشکیل شده است که هریک از زیرمجموعه های پروژه را از دیدگاه افزایش کیفیت و کاستن هزینه مینگرد.

مطالعات مهندسی ارزش توسط یک تیم چند تخصصه که شامل مدیر مهندسی ارزش، مهندس ارشد فرآیند و تخصص های ارشد مورد نیاز و نیز آنالیزست ارشد مالی می باشد انجام می پذیرد.

#### مراجع:

- 1- Techniques of value analysis and engineering  
Lawrence D. Miles
- 2- 101 creative problem solving techniques  
James M. Higgins
- 3- Save international proceedings  
1997 Annual Conference
- 4- Save international proceedings  
1998 Annual Conference

مرکز اطلاعات و کتابخانه ملی ایران  
تأسیس ۱۳۵۲



## ***Value Engineering in Petroleum Industry***

### ***Abstract***

This paper outlines how the value is recognized in petroleum industry and describes the traditional way of assessing the values in Iranian oil and gas projects. It also shows how creative thinking can be stimulated for practicing value engineering effectively.

The methodology in function analysis of the products and services is presented and some case studies showing the cost reduction technique in design, fabrication and installation are demonstrated.

The paper proposes the implementation of value engineering at the early stage of project execution to obtain higher value and realize more profit and saving.

Although it is not very long that the value engineering is practiced in Iran's petroleum industry but with the ongoing changes and developments it is anticipated that the value engineering is shaped up and becomes a powerful system engineering tool for cost reduction.

