

## اهمیت و کاربرد مهندسی ارزش در پروژه های ساخت و ساز

خلیل طباطبائی<sup>۱</sup>، فرهاد طباطبائی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> کارشناسی عمران دانشگاه آزاد میاندوآب (نویسنده مسئول)

<sup>۲</sup> کارشناسی ارشد راه و ترابری دانشگاه ارومیه

Tabatabaee۸۶@gmail.com

### چکیده

مهندسی ارزش یکی از ابزارهای مدیریتی است که در دهه های اخیر مورد استفاده قرار گرفته است و عبارتست از مجموعه تکنیکهای سیستماتیک و کاربردی که برای تشخیص کارکرد یک محصول/خدمت و تولید/ایجاد آن کارکرد با حداقل هزینه بگونه ای که جنبه های آیفی سیستم از قبیل ایمنی و قابلیت اطمینان و نیز عمر مفید سیستم حفظ شود، بکار می رود و شرایط را برای ذهن متخصصین به منظور ایجاد ایده های بکر و با ارزش و نیز خلاقیت در راستای اصلاح سیستم فراهم می آند. در اینجا علاوه بر معرفی کلی مهندسی ارزش مراحل آن و مقایسه آن مراحل با مراحل حل مساله به صورت خلاقانه شرح داده می شود. همچنین معرفی تکنیکهای خلاقیت و پیشنهاداتی در راستای افزایش خلاقیت در مهندسی ارزش شرح داده می شود. در پایان یک چارچوب کلی در فرایند مهندسی ارزش ارائه می شود. هسته اصلی مهندسی ارزش تحلیل کارکرد است در واقع تحلیل کارکرد و نحوه برخورد با مسایل و جه تمایز رویکرد مهندسی ارزش از دیگر رویکردهای مدیریتی است که برای کاهش هزینه به کار می رود مهندسی ارزش نقش حساسی در دست یابی به هدفهای دائمی و در حال ارتقا ایفا می کند و بستر لازم را به منظور هماهنگی و ارتباط ایجاد می نماید. به بیان دیگر باعث می شود بتوان بر دو جنبه متغیرها و هزینه ها مدیریت نمود که این امر نیاز مسلم سوددهی پایدار است.

**واژه های کلیدی:** مهندسی ارزش، خلاقیت، متدلوژی، یورش فکری

## ۱. مقدمه

در دنیای امروز رقابت بسیار زیاد بوده و تجارت به سمت جهانی شدن پیش می رود و این تلاش مضاعف برای بهبود عملکرد به عنوان شاخص اصلی مزیت رقابتی را می طلبد. این بهبود عملکرد ممکن است از طریق قیمت مناسب و کیفیت بالا و ... بوجود آید. ذکر این نکته هم ضروری است که هیچ شرکت یا سازمانی نمی تواند خود را از این بازار رقابتی جدا نماید. برای موفقیت در این بازار رقابتی برنامه ریزی دقیق در امر طراحی و تولید و عرضه کالاها، خدمات بسیار مهم است. هندسی ارزش برخورد نظام یافته برای مدیریت هزینه ها با تغییرات خلاقانه و نوآورانه و کار تیمی یا مدیریت تغییر می باشد به بیان دیگر تکنیک مدیریتی است که کارایی آن در عمل به اثبات رسیده و با برخورد نظام یافته برای تعادل میان هزینه ها، اتکا پذیری و عملکرد یک محصول یا پروژه یا خدمت مورد نظر تلاش می کند و عبارت است از بکار گیری دستاوردهای علوم پایه در ارائه راه حل های اقتصادی و مطمئن برای مسائل عملی پیش روی انسان و افزایش رفاه است. نیازمندیها، خواسته ها، انتظارات و الزامات توسط کارفرما و بهره بردار مشخص گردد و مشاور و طراح به تطبیق نیازها به مشخصات سیستم می پردازد (بیان نیاز به زمان عملکرد نه اجزای سیستم، ارتباط منطقی میان نیاز با محصول، پایه ای برای تفکر خلاق در مهندسی ارزش) و ارزش هنگامی ایجاد می شود که خواسته ها تأمین شود [۱].

برای توجیه ناتوانی های مهندسی در مطالعات پروژه های عمرانی و روشهایی برای کاهش چشم گیر هزینه های طرحهای عمرانی فنون مهندسی ارزش که زاینده رکود اقتصادی ایلات متحده آمریکا در دهه های گذشته است، ایجاد گردیده است. در تعاریف بین الفاظ قیمت Price بها Worth ارزش Value، کارکرد Function، رفتار Performance و نقش Role تفاوت وجود دارد. مسائل در مهندسی به ۲ دسته تحلیلی و ترکیبی تقسیم می شوند که در مسائل ترکیبی با پارامترهای زیادی مواجه هستیم که بایستی ترکیب بهینه ارائه کنند و تصمیم گیری پیچیده خواهد بود. در شیوه تحلیلی مهندسی ارزش به دنبال تحلیل کارکردها، تفکر خلاق برای یافتن راهکارهای جایگزین، تعهد در مقابل حفظ یکپارچگی رفتاری، تعیین هزینه های مرتبط می باشد. در یک مطالعه مهندسی ارزش هدف گذاری از ابتدا مشخص می شود و مطلوب کارفرما و هدف عمده در پروژه های عمرانی کاهش هزینه کل (شامل هزینه سرمایه گذاری، بهره برداری و نگهداری) یا کاهش مدت زمان کل (زمان طراحی و اجرا) با حفظ کیفیت طرح می باشد. ایده مهندسی ارزش از توانایی کارکنان خلاق در واحدهای طراحی و تولید پایه گذاری شد و با کمک انجام مطالعات مهندسی ارزش، صرفه جویی هزینه طرح تا ۳۰٪ انجام شده است [۲]. به طور کلی ارزش نسبت کیفیت طرح (کارکرد) به هزینه طرح می باشد، بنابراین با کاهش هزینه یا افزایش کیفیت سبب افزایش ارزش می گردد. یک برنامه مهندسی ارزشی در صورتی موثر خواهد بود که تمامی فازهای گردش کاری را رعایت کند و گردش کاری شامل فرآیند گروهی Team work و پویایی گروهی Group Dynamics می باشد همچنین شیوه های مسائل مهندسی ارزش حساس به یک نظم سیستماتیک در اجرا است و برای یک گردش کاری موفق ضرورت دارد که در مطالعات مهندسی ارزش از ابتدا تا پایان آن پیوستگی وجود داشته باشد، تأمین زیرساخت مناسب برای حفظ مستندات، حصول اطمینان از لجاظ شدن آن دسته واقعیتهایی که در طراحی اصلی پروژه به فراموشی سپرده شده است، تفکیک منطقی مطالعات مهندسی ارزش به واحدهای جداگانه ای که قابل زمان بندی، بودجه بندی، بودجه ریزی و تحقق اهداف باشند. در مهندسی ارزش به دنبال طراحی ساده تر، قابل اعتمادتر، با کیفیت تر و با کاربری مناسب تر خواهیم بود و مهندسان تحلیل کننده هزینه ها هستند [۳].

## ۲. تاریخچه مهندسی ارزش

تحلیل ارزش به صورت یک روش فنی ویژه، در سالهای پس از جنگ جهانی دوم صورت گرفت. کار طراحی و تدوین این روش به دستور Erlicher Henry معاون فنی بخش خریدهای شرکت جنرال الکتریک آغاز شد. وی معتقد بود که برخی از مواد و مصالح و طرح های جایگزین که به طور ضروری و به علت کمبودهای زمان جنگ به کار گرفته میشدند دارای عملکرد بهتر با هزینه کمتر هستند. به دستور او در داخل شرکت و به منظور ارتقای کارایی تولید از طریق تأمین مواد، مصالح و روش های جایگزین برای مواد و مصالح پرهزینه، کوشش همهجانبهای به عمل آمد. در سال ۱۹۴۳ این وظیفه برعهده Miles.D

Lawrence مهندس ارشد شرکت جنرال الکتریک نهاده شد. مایلز در مورد روشها 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 میرود، 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 خالق گروهی و بدون افت کارایی محصول، تغییراتی در محصولات شرکت بوجود آوردند و هزینه های تولید را کاهش دادند. روش (تحلیل ارزش) به عنوان یک استاندارد در شرکت جنرال الکتریک پذیرفته شد و به تدریج شرکتهای دیگر و برخی سازمانهای 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 [۲].

### ۳. شروع مهندسی ارزش در ایران

مامورین دولتی کشور ایران، در سالهای ۱۳۳۳ و ۱۳۳۳ در برخی از پروژههای صنعت نفت و آب، مهندسی ارزش را با دعوت از اساتید بین المللی این حوزه آغاز کرد. علاقه حوزههای دانشگاه و صنعت موجب شد تا دانشگاه صنعتی امیرکبیر در سال ۱۳۳۴ اولین کنفرانس مهندسی ارزش را برگزار نماید و در همین سال دستورالعمل ارجاع کار و انعقاد قرارداد با واحدهای خدمات مهندسی ارزش از طرف سازمان مدیریت و برنامه ریزی ابلاغ شد. در سال ۱۳۳۵ اولین کنفرانس مهندسی ارزش در صنعت نفت برگزار گردید و در همین سال نیز کمیته مهندسی ارزش در وزارت راه و ترابری تشکیل شد. در سال ۱۳۳۲ مصوبه برنامه چهارم بار دیگر بر اعمال مهندسی ارزش در پروژه های عمرانی تأکید نمود. در سال ۱۳۳۳ طرح جامع و وسیع پیاده سازی مهندسی ارزش در وزارت راه و ترابری آغاز شد و در طی آن بیش از ۱۵۵۵ نفر مورد آموزشهای مهندسی ارزش قرار گرفتند و با اتمام آن در سال ۱۳۳۶ سند راهبردی مهندسی ارزش در وزارت راه و ترابری توسط وزیر راه و ترابری ابلاغ گردید. در مهر ۱۳۳۳ سازمان مدیریت و برنامه ریزی شرح خدمات پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش و قوانین انگیزشی پیمانکاران را ابلاغ نمود. در اسفندماه ۱۳۳۴ دستورالعمل سازمان مدیریت در زمینه مهندسی ارزش مورد بازنگری قرار گرفت. در اواخر تیرماه همان سال ۱۳۳۴ اولین همایش مهندسی ارزش در حمل و نقل کشور با حمایت وزارت راه و ترابری برگزار شد و در آذرماه همان سال دومین سمینار ملی مهندسی ارزش در دانشگاه علم و صنعت برگزار شد. در ششم آذرماه سال ۱۳۳۳ کنفرانس سوم مهندسی ارزش با شعار خلاقیت، نوآوری و توسعه ملی در دانشکده فنی دانشگاه تهران برگزار شد و چهارمین کنفرانس ملی مهندسی ارزش در دیماه سال ۱۳۳۴ در دانشگاه علم و صنعت ایران برگزار گردید. توجه متولیان حوزه انرژی کشور به مهندسی ارزش موجب شد تا اولین کنفرانس ملی کاربرد مهندسی ارزش در مدیریت انرژی در خردادماه سال ۱۳۴۱ برگزار شود. بر اساس آمارهای موجود از ابتدا ورود مهندسی ارزش به کشور تا پایان سال ۱۳۴۵ بیش از ۴۵۵ مطالعه مهندسی ارزش بر روی پروژه های کشور انجام شده است [۴].

### ۴. تعریف مهندسی ارزش

Lawrance D.Mile ابداع کننده مهندسی ارزش، آنرا به صورت زیر تعریف می کند: آنالیز ارزش یک روش خلاق و سازمان یافته است که هدف آن شناسایی هزینه های غیرضروری است. هزینه هایی که کیفیت، کارایی و طول عمر محصول را افزایش نمی دهند، به چشم نمی آیند و مورد علاقه مشتری نیز نیستند [۵].

انجمن مهندسی ارزش آمریکا مهندسی ارزش را به صورت زیر تعریف می کنند: مهندسی ارزش مجموعه تکنیکهای سیستماتیک و کاربردی است که برای تشخیص کارکرد یک محصول یا خدمت و تولید ایجاد آن کارکرد با حداقل هزینه بکار می رود. مهندسی ارزش که گاهی آنرا با عناوینی نظیر متدولوژی یا روش شناسی ارزش و آنالیز ارزش نیز بیان می کنند، یک کوشش سازمان یافته و سیستماتیک برای تحلیل عملکردهای یک سیستم به منظور رسیدن به عملکردهای واقعی سیستم با کمترین هزینه ممکن می باشد. متدولوژی سیستماتیکی که در اجرای plan job مربوط به مهندسی ارزش

بکار گرفته می شود مبتنی بر رویکرد حل مساله به صورت خلاقانه می باشد. در حقیقت مهندسی ارزش در قالب plan job خود به صورت سیستماتیک و مرحله به مرحله تیم مهندسی ارزش را برای مرحله ایده آفرینی و خلاقیت آماده می کند و با در نظر گرفتن جنبه های روانشناختی مربوط به خلاقیت در بطن این متدولوژی شرایط مساعد برای بروز ایده های ارزشمند در راستای اصلاح سیستم و ارتقای ارزش آن را فراهم می سازد [۶]. پس اساس مهندسی ارزش همان خلاقیت است و همه فعالیت ها در راستای ایجاد شرایط مساعد برای اعضای تیم جهت خلاقیت و سیال سازی هر چه بیشتر ذهن متخصصین در آفرینش ایده های اصلاحی برای طراحی سیستم می باشد. البته خلاقیت مطرح شده در اینجا خلاقیت آگاهانه و هدفمند است. روشهای مختلفی برای گردآوری راه حلهای ممکن وجود دارد که هر کدام در شرایط خاص خود کاربرد دارد ولی در حالت کلی بهتر است از ساده ترین روش شروع شود و کم کم کار با روشهای پیچیده تر ادامه یابد. ساده ترین روش، جمع آوری ایده های موجود قبلی از روی اسناد یا افراد یا از طریق پرسشنامه است. اگر این روشهای ساده پاسخگو نبود باید تکنیکهای ایجاد ایده جدید بکار گرفته شود. همه این تکنیکها برای دور کردن تفکرات منفی و اغلب شکوفا نمودن محیطهای غیر حرفه ای با تحریک تفکرات سازنده طراحی شده اند [۷]. دو نکته اساسی در این فرایند باید مورد توجه واقع شود.

۱. در مرحله تولید ایده باید کاملاً بی غرض بوده و پیش داوری انجام نشود.
۲. همه راه حلهای ممکن حتی آنها که ظاهراً غیر عملی اند باید در نظر گرفته شوند.

##### ۵. فرایند مهندسی ارزش/فرایند حل مساله به صورت خلاقانه

بر اساس نظر Blyth و Woodward مراحل مهندسی ارزش به صورت زیر است:

۱. جمع آوری اطلاعات
۲. یافتن ایده های خلاقانه
۳. تجزیه و تحلیل راه حلهای ارائه شده و انتخاب راه حل نهایی
۴. آزمون آزمایشی راه حل نهایی
۵. اجرا
۶. بررسی نتایج و انجام اصلاحات لازم بر اساس روش پیشنهادی Alex Osborn در دهه ۱۹۳۰ فرایند حل مساله به روش خلاقانه به صورت زیر است:
  ۱. تعریف مساله
  ۲. جمع آوری اطلاعات
  ۳. ارزیابی داده های جمع آوری شده
  ۴. تولید راه حلهای جایگزین
  ۵. ترکیب داده ها و اطلاعات
  ۶. نظریه پردازی
  ۷. ارزیابی نظریه های مطرح شده

علی رغم وجود تفاوت ظاهری در تعداد مراحل متدولوژی ارزش و فرایند حل مساله به صورت خلاقانه با اندک توجه به محتوای مراحل به وضوح می توان شباهات بسیار بین آنها را مشاهده آرد و این همان مطلبی را نشان می دهد که در قسمت "تعریف مهندسی ارزش" در این مقاله به آن اشاره شده است. پس مهندسی ارزش همان فرایند خلاقیت آگاهانه و هدفمند است [۹][۸].

## ۶. مفهوم خلاقیت

خلاقیت به عنوان یک نیاز عالی بشر در همه ابعاد زندگی او مطرح است و تحولات اساسی در فکر و اندیشه انسان را گویند که در بر گیرنده یک توانایی در تبدیل عوامل قبلی و تجربه های پیشین به روشهای جدید می باشد. خلاقیت بسته به منظر افراد متفاوت است ولی یک معنی کلی می توان برای آن ذکر کرد و آن اینکه خلاقیت ترکیب و تلفیق تجارب و دانش گذشته در قالب ایده ای نو را می گویند.

Guilford در سال ۱۹۵۰ خلاقیت را با تفکر واگرا (یافتن راه های جدید برای حل مسائل) نه تفکر همگرا (یافتن جواب نهایی دقیق) تعریف کرد. از دیدگاه روانشناسی، خلاقیت توانایی نگرستن به محیط از یک منظر نو و غیر متعارف به وسیله شهودگرایی از منابع ناشناخته تعریف شده است. آفرینندگی را می توان به توانایی های ذهنی که منجر به تولید آثار خلاق می شوند توصیف کرد. مهمترین ویژگی همان طور که Guilford تعریف کرده، تفکر واگراست [۱۰]. ویژگیهای متعددی برای افراد خلاق ذکر می شود مانند:

- عدم علاقه به انجام کارهای روزمره و تکراری
- توانایی فکر کردن به جنبه های مختلف کار در یک لحظه
- ایجاد نشاط در خویشتن
- فراتر رفتن از انجام تکالیف محوله
- تلاش در انجام کارها با روشهای جدید و غیر متعارف
- عدم نگرانی از متفاوت بودن از سایرین
- پافشاری در انجام کارها
- درک سریع و صریح روابط
- داشتن قدرت تخیل بالا
- ریسک پذیری بال
- ظرفیت بالا در تحمل ناملایمات
- شجاعت در پذیرش خطاهای خود
- وقت شناسی
- واقع بینی
- قدرت تجسم آینده و برنامه ریزی بلند پروازانه.

## ۷. تکنیکهای خلاقیت و نوآوری

برای اینکه خلاقیتی ایجاد و پرورش یابد، علاوه بر اینکه فنون و تکنیکهایی رعایت می شود، باید زمینه ایجاد و پرورش آن به صورت گروهی و فردی مساعد شود. ابعاد فنی شرط لازم و کافی قضیه است که اینجا به برخی از آن تکنیک ها اشاره می شود:

### ۷-۱. Brain Storming (یورش فکری)

یورش فکری در واژه نامه بین المللی Webster به صورت زیر تعریف شده: "ایجاد یک تکنیک گردهم آیی که از طریق آن گروهی تلاش می کنند راه حلی برای یک مساله بخصوص با انباشتن تمام ایده هایی که در آن واحد بوسیله اعضا ارائه می گردد بیانند." در این تکنیک تمام شرکت کنندگان به یافتن ایده در محیطی خالی از عوامل باز دارنده هدایت می شوند و همین محیط آزاد منجر به یافتن ایده های خارق العاده می شود. به این شکل زنجیره های عادت شکسته شده و ایده ها

بدون آنکه به وسیله تجارب گذشته محکوم شوند، آزادانه به جریان می افتند. در این تکنیک چهار قانون اساسی وجود دارد:

۱. انتقاد ممنوع است.
  ۲. هرچه ایده ها جسورانه تر و خارج از ذهن تر باشد بالارزش تر است .
  ۳. هر چه ایده های بیشتری مطرح شود احتمال یافتن ایده مناسب و ایده آل بیشتر است.
  ۴. علاوه بر ایده دادن توسط هر شخص، او باید بتواند ایده های دیگران را به ایده های بهتر و کاراتر تبدیل نموده و یا اینکه چند ایده را با هم ترکیب و به ایده های دیگری تبدیل کند [۱۱].
- یورش فکری گروهی برای مسایلی که اساسا به یافتن ایده بستگی دارند مناسب است و برای مسایلی که به داوری و قضاوت نیاز دارند مناسب نمی باشد. تجربه نشان داده که یک هیات ایده آل باید از ۱۲ نفر که معمولا شامل یک سرپرست و یک معاون و پنج عضو دائمی و در حدود پنج نفر مهمان می باشد تشکیل شده باشد .معمولا ۲۰ تا ۴۵ دقیقه بهترین زمان برای این جلسه است. چنانچه بیش از این زمان نیاز باشد بهتر است مساله به بخشهای کوچکتری تقسیم شود که بتوان هر کدام را در یک جلسه ۴۵ دقیقه ای مورد بررسی قرار داد. اگر مدت جلسه بیش از حد کوتاه باشد افراد شرکت کننده به ارایه ایده های سطحی و بدیهی روی می آورند. معمولا در مراحل بعدی است که شرکت کنندگان ایده های نسبتا منحصر به فرد خود را ارایه می دهند.
- دکتر Osborn Alex بنیانگذار این تکنیک معتقد است که با وجود محاسن فراوان این تکنیک ارایه ایده به صورت فردی معمولا بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد و به همان اندازه نیز اثرگذار می باشد [۱۲].

## ۲-۷. صورت تطبیقی Scamper (سوالات ایده برانگیز)

- صورت‌های تطبیقی را می توان به عنوان مکمل در آموزش چهار قانون یورش فکری بکار برد. یکی از این صورتهای Ebel Bob است که آنرا می توان به صورت زیر خلاصه کرد:
- Substitute - چه فردی را می توان جایگزین فرد حاضر کرد؟ چه چیزی؟ چه فرایندی؟
- Adapt - چه ایده دیگری مثل ایده های موجود می توان پیشنهاد کرد؟
- Modify - تغییر شکل - تغییر اندازه
- Magnify - چه فرایندی را بیافزاییم؟
- Put to other Uses - راههای جدید استفاده به صورت فعلی؟ کاربردهای دیگر در صورت تغییرات؟
- Eliminate - چه چیزی را حذف کنیم؟ از کجا به چند بخش تقسیم کنیم؟
- Rearrange - الگوهای دیگر - جابجایی اجزای موجود

## ۳-۷. تکنیک Delphi

در تکنیکهایی مثل یورش فکری هنگامی که افراد روبروی هم قرار می گیرند و به اصطلاح چشمتان به چشم یکدیگر می افتد دچار رودربایستی شده و این مانع از ابراز صریح و واقعی عقاید می شود.

در تکنیک Delphi که بوسیله محققین سازمان Rand بوجود آمده است، سعی شده ضمن اینکه اعضای گروه از عقاید یکدیگر آگاه می شوند در این شرایط قرار نگیرند. در این تکنیک افراد دور یک میز جمع نمی شوند و رویارویی مستقیمی صورت نمی گیرد [۱۳].

### مراحل تکنیک Delphi

۱. هر یک از اعضای گروه بطور مستقل و کاملاً مخفیانه عقیده و راه حل خود را می نویسد.
۲. نظرات کتبی به مرکز ارسال شده و در آنجا نظرات جمع آوری و برای همه ارسال می شود.
۳. هر عضو درباره ایده های دیگران اظهار نظر کرده و ایده های جدید ناشی از مطالعه نظرات دیگران را به مرکز ارسال می نماید .
۴. تکرار مراحل ۲ و ۳ تا حصول نتیجه نهایی.

### ۴-۷. تکنیک Nominal Group

این تکنیک در صنعت رواج یافته است . در این تکنیک افراد مجاز نیستند با یکدیگر تماس برقرار کنند و گروه فقط ظاهراً وجود دارد.

### مراحل تکنیک Nominal Group

۱. اعضای گروه روبروی یکدیگر و دور یک میز جمع می شوند و مساله به صورت کتبی به هر کدام از آنها داده می شود و اعضا باید در سکوت، مستقلاً و بدون مشورت با یکدیگر عقاید خود را بنویسند.
۲. هر یک از اعضا به نوبت عقیده خود را به گروه ارائه می کنند و بحث پیش از ارائه نظر همه اعضا شروع نخواهد شد.
۳. عقاید در گروه به بحث گزارده می شود تا مفاهیم نظرات برای همگان آشکار شود.
۴. هر یک از اعضا بطور مستقل عقاید را رتبه بندی می کند.
۵. تصمیم نهایی آن تصمیمی است که بیشترین امتیاز را از اعضا بدست آورده است.

### ۵-۷. تکنیک Speculative excursion (تخیلی گردش)

بررسی های روانشناسی به نام (Goordon ۱۹۶۱) نشان می دهد که ذهن افراد به هنگام ابراز خلاقیت در یک حالت خاص روانی است و چنانچه ما بتوانیم آن شرایط را ایجاد نماییم خلاقیت بوجود خواهد آمد. اگر در گروه های ایجاد خلاقیت اعضای گروه از طریق بکارگیری یک جریان تمثیلی به گردش خیالی برده شوند ایده ها و نظرات بدیعی بوجود خواهد آمد، چرا که در این گردش خیالی ذهن افراد به نکاتی نو که هدف جلسه خلاقیت است می رسد و روابط تازه ای بین پدیده ها می یابد. در جلسات خلاقیت تعداد اعضا ۶ تا ۸ نفر می باشد. یک نفر رهبر جلسه بوده و ایده های اعضا را ثبت می کند. او در عین حال با طرح استعاره ها و تمثیل ها کار تخیل را برای اعضا آسان می نماید. در این جلسات یک نفر مشتری حضور دارد که مشکل را مطرح ساخته و ایده ها را نقد کرده و آنها را پذیرفته یا رد می کند.

### ۶-۷. تکنیک Bionics (الگو برداری از طبیعت)

یکی از تکنیک های خلاقیت که در ابداعات فنی کاربرد دارد تقلید از طبیعت است . نوآوری های در زمینه علم ارتباطات و کنترل، برنامه ریزی کامپیوتر و هوش مصنوعی همه با الگو برداری از مغز انسان انجام شده اند [۱۵][۱۴].

## ۸. چارچوب کلی فرایند مهندسی ارزش

مراحل اصلی:

۱. آگاهی از هدف مهندسی ارزش
۲. جمع آوری اطلاعات
۳. تجزیه و تحلیل کارکرد-هزینه
۴. یافتن راه حل های خلاقانه
۵. ارزیابی و انتخاب راه حل مناسب
۶. اجرا

### ۸-۱. آگاهی از هدف مهندسی ارزش

مهندسی ارزش بطور حتم در یکی از شرایط زیر مورد نیاز خواهد بود:

تغییر در اهداف استراتژیک سازمان تحولات تکنولوژی نیازها و خواسته های جدید مشتریان ایده های جدید خدمت باید بطور دقیق مشخص کنیم که چه خدمتی می خواهیم انجام دهیم و هدف مهندسی ارزش در رابطه با آن چیست ؟ سپس بطور دقیق محدوده مطالعه جهت مرتفع کردن مشکل را مشخص کرده و اعضای تیم را انتخاب نماییم . مهمترین مساله مشخص کردن بودجه و منبع تامین آن است.

### ۸-۲. جمع آوری اطلاعات

پس از مشخص شدن صورت مساله و سازماندهی تیم تحقیق، نوبت جمع آوری اطلاعات مورد نیاز بدون هیچگونه پیش داوری است. این اطلاعات به مشخص تر شدن صورت مساله و آگاهی نسبت به ابعاد مختلف آن کمک می کند. باید مشخص کنیم که برای شروع کار چه اطلاعاتی لازم است و هر بخش از آن اطلاعات را باید از کجا بدست آورد. بخشی از اطلاعات درون سازمان بوده و بخشی از آنها خارج سازمان هستند. راههای مختلفی برای جمع آوری اطلاعات وجود دارد، از جمله تهیه پرسشنامه و مصاحبه با افراد متخصص. ضمناً باید بطور آشکارا مشکلات احتمالی برای دسترسی به اطلاعات شناسایی شوند.

### ۸-۳. تجزیه و تحلیل کارکرد - هزینه

مهمترین مرحله مهندسی ارزش همین مرحله است. در این مرحله بر اساس اطلاعات بدست آمده از مرحله قبل در مورد کارکردهای اصلی و فرعی محصول/خدمت تصمیم گیری می شود. ارزش کارکردهای اصلی و فرعی سنجیده می شود. هزینه کارکردهای موجود و نیز هزینه افزودن کارکردهای جدید محاسبه و برآورد می شود. کارکردهای با هزینه بالا شناسایی می شوند تا در صورت امکان حذف یا با دیگر کارکردها جایگزین شوند.

تکنیک های موجود برای تجزیه و تحلیل کارکرد، هزینه:

تکنیک FAST (آنالیز کارکردی با دید سیستمی)

تکنیک AHP (ارزیابی پارامترها با استفاده از مقایسات زوجی)

تکنیک DME (تخمین مستقیم اهمیت)



#### ۴-۸. یافتن راه حل های خلاقانه

بعد از یافتن کارکردهای مهمی که باید مورد توجه قرار گیرند، باید روشهای مختلفی که برای ایجاد آن کارکردها لازم است شناسایی شوند. برای انتخاب راه حل خلاقانه باید از پیش داوری پرهیز شده و بستر مناسب برای ایجاد خلاقیت فراهم شود. تکنیکهای مختلفی برای این منظور وجود دارد که برخی از آنها در این مقاله شرح داده شدند.

#### ۵-۸. انتخاب راه حل مناسب

با توجه به هزینه راه حلها و توان سازمان در پیاده سازی آنها از جنبه های مختلف از جمله مالی، نیروی انسانی و ... راه حلها مقایسه شده و راه حل مناسب انتخاب می شود. تکنیکهای مختلفی در این راستا انجام می شود مانند تکنیکهای ساده وزن دهی و تکنیک مقایسات ساده زوجی (AHP).

#### ۸-۶. اجرا و ارزیابی

در صورت تصویب راه حل پیشنهادی توسط مسئولان، مقدمات اجرای آن فراهم شده و به اجرا در می آید. باید امکاناتی که برای اجرای راه حل لازم است و در سازمان وجود ندارد شناسایی و تامین شود. پس از اجرا، باید نتایج بررسی شده و در صورت نیاز اصلاحات لازم صورت گیرد [۱۵][۱۶].

#### نتیجه گیری

با توجه به اینکه مهندسی ارزش در مراحل مختلف و با شیوه های متنوعی می تواند در بهبود کارآمدی فرآیند انجام پروژه دخیل باشد به طور کلی خارج از روش اجرای پروژه می توان به موارد زیر به عنوان اهم مزیت های انجام مهندسی ارزش در پروژه ها اشاره داشت:

- بهینه سازی و متعادل کردن کیفیت
- بهینه سازی کارکردهای مورد انتظار پروژه
- شناسایی، کاهش و بهینه کردن ریسک
- بهینه سازی هزینه طول عمر پروژه
- شفاف سازی ویژگی های پروژه بر مبنای کارکردهای واقعی
- متعادل کردن برنامه های طرح، ساخت و بهره برداری با هزینه و زمان
- مشخص کردن ریسک های پروژه و امکان مدیریت آنها
- به منظور شدن جمع بندی مطالب مشروحه باید اشاره داشت که اعمال مطالعات ارزش در قالب
- متعادل کردن هزینه های اجرا با توجه به هزینه های طول عمر و تعمیر و نگهداری
- ارایه برنامه های واقع بینانه جهت زمان تحویل
- مهندسی، مدیریت و آنالیز با توجه به نوع پروژه و فارغ از شیوه مدیریت آن جهت تمام پروژه های بزرگ و پیچیده توصیه می گردد و در این مقاله سعی شد به چالش های پیش روی اعمال مطالعات ارزش در پروژه.

[۱] <https://civil808.com/article/466>

- [۲] Miles Lawrence D. (۱۹۶۱), *Techniques of Value Analysis and Engineering*, New York: McGraw-Hill.
- [۳] Gokharn PR. ۱۹۹۸, *Value Engineering*. National Productivity Council: New Delhi.
- [۴] Harish BN, Menezes GA. ۲۰۱۱, Antimicrobial resistance in typhoidal salmonellae. *Indian Journal of Medical Microbiology*. ۲۹(۳):۲۲۳-۹. ISSN: ۰۲۵۵-۰۸۵۷.
- [۵] Kelly J. Male S. *Value Management in Design and Construction*. London: E & F.N. Spon; ۱۹۹۳.
- [۶] Atluri, S.N. and Shen, S. (۲۰۰۲), "*The Meshless Local Petrov-Galerkin (MLPG) Method*", Tech Science Press, USA.
- [۷] Udwadia, F. E. and Trifunac, M. D. (۱۹۷۳), "Ambient Vibration Test of Full Scale Structures," *Proc. Of the ۵<sup>th</sup> World Conf. On Earthquake Engineering*, Rome, pp
- [۸] Trifunac, M. D. (۱۹۷۰), "*Wind and Microtremor Induced Vibration of a ۲۲ Story Steel Frame Building*," Earthquake Engineering Research Lab., Report EERL ۷۰-۰۱, California Institute of Technology, Pasadena California.
- [۹] Sethian, J.A. (۲۰۰۶), "*Moving interfaces and boundaries: level set methods and fast marching methods*," [http://math.berkeley.edu/~sethian/Explanations/level\\_set\\_explain.html](http://math.berkeley.edu/~sethian/Explanations/level_set_explain.html).
- [۱۰] احراری، حمید، مهندسی ارزش و جایگاه آن در برنامه طرح های عمرانی، دومین همایش مهندسی ارزش طرح های عمرانی کشور، آذر ۱۳۳۴.
- [۱۱] انجمن مهندسی ارزش ایران، خبرنامه داخلی انجمن ارزش ایران، پیش شماره، مهر ماه ۱۳۳۲.
- [۱۲] فیوض، ع. (۱۳۶۹)، "مطالعه خصوصیات دینامیکی کندوهای بتنی با روش ارتعاشات محیطی"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، شیراز.
- [۱۳] مجله روش، سال هفتم، شماره ۴۵، مقاله مهندسی ارزش
- [۱۴] آقای فیضانی، تیمور، تالیف، ۱۳۷۷، خلاقیت و نوآوری در انسانها و سازمان ها، چاپ اول، انتشارات ترمه.
- [۱۵] علی حوری، م. ح. و شریفی، م. ب. (۱۳۷۹)، "پیش بینی تقاضای آب با شبکه های عصبی مصنوعی"، مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس بین المللی مهندسی عمران، جلد چهارم، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران، ۲۱-۱۹ اردیبهشت، ۲۰۳-۱۹۵.