

نقش نوآوری نظام یافته در ارتقای اثربخشی مهندسی ارزش

دکتر محمدحسین سلیمی

دانشیار دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه علم و صنعت

رئیس موسسه مطالعات نوآوری و فناوری ایران

hsalimi@iiits.org

سارا سلیمی نمین

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران

مدیر گروه تخصصی TRIZ موسسه مطالعات نوآوری و فناوری ایران

ssalimi@iiits.org, ssalimi74@yahoo.com

چکیده

امروزه قابلیت های تکنیک های حل مساله در دنیای حرفه ای کسب و کار، به اثبات رسیده است. مهندسی ارزش و نوآوری نظام یافته، هر دو از تکنیک های بسیار قدرتمند در حل مسایل می باشند. در این مقاله سعی می شود تا پس از معرفی مختصر این دو تکنیک، تاثیرات آن دو بر یکدیگر بررسی شود. مهندسی ارزش یک تکنیک ضربتی حل مساله و مرور طرح ها است که کمترین وقفه را در پیشرفت آن ها موجب می گردد. نوآوری نظام یافته نیز تکنیک کشف ریشه ی مسایل و حل آن ها است. در صورت ادغام اصول تفکر و ابزارهای TRIZ با مهندسی ارزش، این تکنیک نیز قادر خواهد بود از عقل جمعی و قوه ی خلاق گروه بگونه ی موثرتری سود برد. به منظور عملیاتی نمودن این بحث، در بخش پایانی مقاله، چگونگی بکارگیری ابزارهای نوآوری نظام یافته در متدولوژی مهندسی ارزش، بیان خواهد گردید.

کلمات کلیدی: مهندسی ارزش - تئوری حل مساله به روش ابداعی - نوآوری نظام یافته - ابزارهای حل مساله - نتیجه نهایی ایده آل - الگوهای تکامل - تضادهای فنی



۱. مقدمه

نوآوری نظام‌یافته (Systematic Innovation)، تکنیک تعریف و حل مسایل به روش خلاقانه است. نوآوری نظام‌یافته در سال ۱۹۴۶ با نام تئوری حل مسایل به روش ابداعی (TRIZ) توسط آلتشولر به جامعه صنعتی کشور روسیه معرفی گردید. امروزه و در پی اثبات کارایی این تکنیک در حل مسایل تکنیکی و سازمانی و عدم وضوح این کارایی در نام TRIZ، نام این تکنیک به صورت تلویحی به نوآوری نظام‌یافته، تغییر یافته است. TRIZ در ابتدا توسط چند ابزار به مهندسان و طراحان سیستم‌های تکنیکی معرفی گردید اما بعدها علاوه بر تکامل ابزارهای خود، به سازماندهی فرایند حل مسأله پرداخت و اکنون نوآوری نظام‌یافته با برخورداری از ۵ اصل بنیادین تفکری، ۴ ابزار تعریف مسأله، ۱۲ ابزار حل مسأله و تدابیری برای انتخاب یک یا چند ابزار متناسب با مسأله موردنظر از میان مجموعه ابزارها، کامل‌ترین فرایند حل مسأله در دنیا شناخته می‌شود.

مهندسی ارزش (Value Engineering)، تکنیکی است که در سال ۱۹۴۷ با نام تحلیل ارزش توسط مایلز به منظور انجام کارکردهای موردنظر در هر فرایند با کمترین هزینه طراحی شد. پس از موفقیت‌ها و دستاوردهای اولیه این تکنیک در کاهش هزینه‌ها، متدولوژی این تکنیک تکامل یافت و امروزه این تکنیک تحت عنوان مهندسی ارزش در تمام نقاط دنیا به کار برده می‌شود. این دو تکنیک، در مسیر رشد و گسترش خود تأثیرات محسوس و نامحسوسی بر یکدیگر داشته‌اند و هنوز هم می‌توان با ادغام این دو تکنیک با یکدیگر از مزایای هر یک در دیگری سود برد. در این مقاله پیش از بررسی چگونگی تأثیرگذاری این دو تکنیک بر یکدیگر، به معرفی آن دو و وجوه شباهت و افتراق آن‌ها اشاره خواهیم کرد.

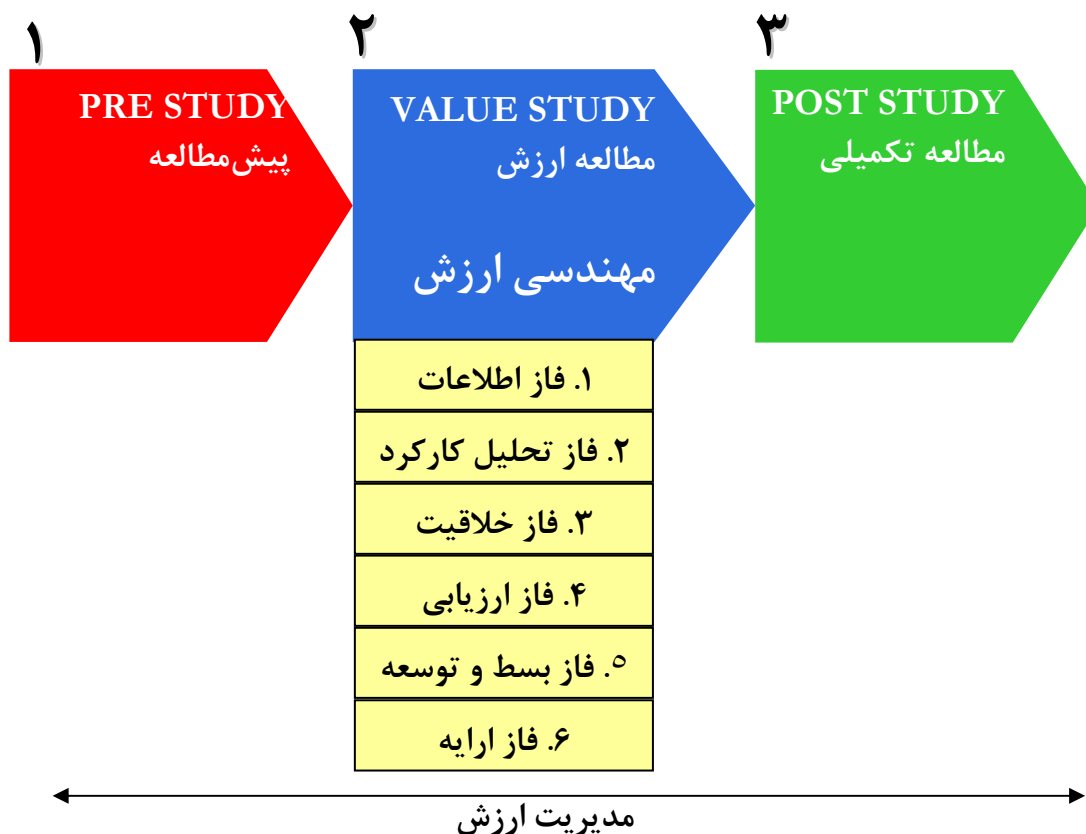
۲. معرفی تکنیک‌ها

۱.۲. مهندسی ارزش

مهندسی ارزش، متدولوژی قدرتمندی است برای حل مسایل، کاهش هزینه‌ها و به‌طور هم‌زمان، بهبود عملکرد و کیفیت که با شناسایی و ارتقای شاخص‌های ارزش و به‌کارگیری خلاقیت، رضایت مشتری را افزایش داده و به ارزش سرمایه‌گذاری می‌افزاید. رویکرد مهندسی ارزش در حل مسایل، رویکردی گروهی، سیستماتیک و کارکردگرا است. مهندسی ارزش، تکنیکی حرفه‌ای است که برای ارزیابی و بهبود ارزش یک محصول، طراحی یک وسیله، یک سیستم و یا اجرای پروژه‌های صنعتی، عمرانی، اجتماعی و خدماتی به کار گرفته می‌شود [۴، ۶]. وظیفه اصلی مهندسی ارزش، تعادل بین سه عامل هزینه، کارکرد و کیفیت است. مهندسی ارزش معتقد است که ارزش مطلوب تنها زمانی حاصل می‌شود که مشتری راضی باشد. در این دیدگاه، میزان سنجش کیفیت، مشتری است [۴]. در مهندسی ارزش، تأمین کارکرد موردنظر مشتری با حداقل هزینه که مشتری را راضی نگاه دارد، از اهمیت بالایی برخوردار است و درست به همین دلیل مهندسی ارزش معتقد است که یک طراحی نمی‌تواند برای مدت‌ها بدون



تغییر بماند و مدیریت باید نسبت به اصلاح طرح‌ها و کاهش هزینه‌ها با توجه به پیشرفت‌های جدید اقدام کند. مسیر این توسعه، متأثر از نحوه تفکر کارشناسان سازمان‌هاست و به موجب این تاثیر، خلاقیت و ارزیابی‌های روشمند نیز در متدولوژی مهندسی ارزش، جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص می‌دهند. شکل شماره ۱، متدولوژی و گام‌های مهندسی ارزش را به طور کامل نشان می‌دهد.



شکل ۱: مدیریت ارزش در یک نگاه

همان‌طور که در شکل نشان داده می‌شود مدیریت ارزش، در طی سه مرحله پیش‌مطالعه، مطالعه و مطالعه تکمیلی انجام می‌شود و مرحله مطالعه آن خود از ۶ فاز تشکیل یافته است. در مهندسی ارزش، اصرار بر آن است تا این مراحل به طور کامل اجرا شوند. البته لازم به ذکر است که مهندسی ارزش در سه مقطع زمانی از انجام یک پروژه قابل انجام است که در زیر به آن اشاره می‌گردد [۵]:

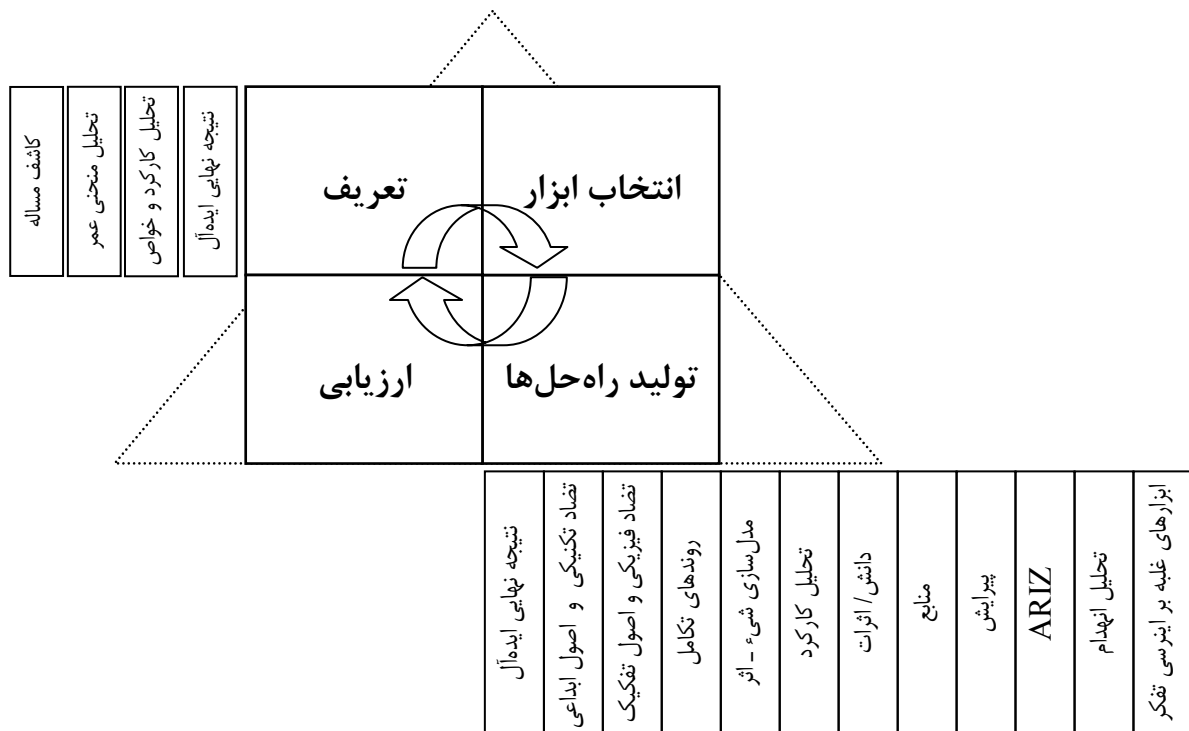
- ❖ برنامه‌ریزی و توسعه / بازاریابی و امکان‌سنجی
- ❖ طراحی
- ❖ ساخت

این مقاله، به طور خاص به بکارگیری مهندسی ارزش در مقطع ساخت می‌پردازد.



۲.۲. نوآوری نظام یافته

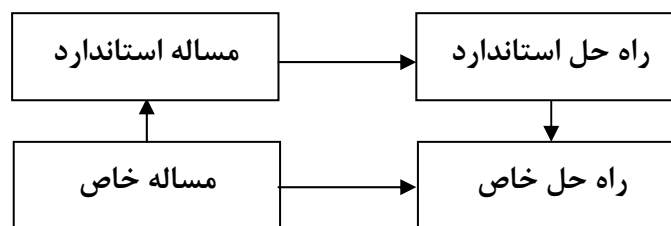
نوآوری نظام یافته، یکی از قدرتمندترین تکنیک‌های حل مسأله است که در روشی ساختاریافته و نظام‌مند به شفاف‌سازی مشکلات پرداخته و با توجه به نوع مسایل شناسایی شده، امکانات و محدودیت‌های خاص آن‌ها، با انتخاب یکی از ۱۲ ابزار حل مسأله، اقدام به حل مسأله می‌نماید. هر یک از ۱۲ ابزار حل مسأله در این تکنیک، حاصل عصاره‌گیری و چکیده‌سازی کلیه پتنت‌ها و ایده‌های خلاقانه بهترین ابداعات و اختراعات و ایده‌های خلاق جهانی است. این تکنیک در حوزه‌های مختلف علوم مهندسی، خدماتی، مدیریتی، اجتماعی و سیاسی به کار برده می‌شود [۳]. این تکنیک نیز از جمله تکنیک‌های کارکردگرا است که سعی می‌نماید نظرات مشتری (کارفرما و دریافت‌کنندگان خدمات) را با تامین کارکرد مورد نظر وی با حداکثر کیفیت و حداقل هزینه تامین نماید. در TRIZ، حذف تضادهای نهفته در طراحی اولیه سیستم‌ها و یا تضادهای ایجاد شده در اثر تکامل سیستم‌ها، با اصول تفکر خلاقانه و ابداعي دنبال می‌شود و چگونگی تکامل سیستم‌ها با توجه به پیشرفت‌های فناوری، پیش‌بینی و هدف‌گذاری می‌شوند [۱]. شکل شماره ۲، شمایی از این تکنیک را نشان می‌دهد [۲].



شکل ۲: نوآوری نظام یافته در یک نگاه

مثلت زیربنایی این شکل خود به ۴ بخش فلسفه، اصول تفکر، متدولوژی و ابزار تقسیم می‌شود و تاکید بر آن دارد که TRIZ، فقط یک ابزار نیست و از فلسفه قدرتمندی برخوردار است. TRIZ معتقد است که اغلب مسایل در زمان‌های متفاوت و در صنایع مختلف تکرار می‌شوند. آگاهی از

بهترین تجربیات جهان در قالب اختراعات و پتنت‌ها می‌تواند زمان دستیابی به راه‌حل‌ها را کوتاه سازد. بر این اساس پتنت‌ها بررسی و اصول تکراری آن‌ها استخراج شده است و در قالب ۱۲ ابزار حل مسئله دسته‌بندی شده است. هر یک از این ابزارها، یک نوع طبق‌بندی از مساله استاندارد هستند و کاربر با مقایسه مساله خود با مسایل استاندارد، قادر است در زمان کوتاه و صرف کمترین هزینه، ایده حل مساله خود را استنباط نماید. فلسفه TRIZ را می‌توان در یک شکل به‌طور کامل به تصویر کشید [۱]. شکل شماره ۳، فلسفه TRIZ را نشان می‌دهد.



شکل ۳: فلسفه نوآوری نظام‌یافته

مربع اصلی شکل شماره ۲ بر فرایند حل مسئله در TRIZ اشاره دارد و ۴ مرحله را در این فرایند مهم می‌داند. همه فرایندهای حل مسئله سه بخش تعریف، تولید راه‌حل و ارزیابی راه‌حل‌های تولید شده را در خود دارند اما در TRIZ وسعت ابزارها به گونه‌ایست که کاربر می‌تواند با توجه به شرایط مسئله خود، به انتخاب ابزار بپردازد [۲].

۳.۲. شباهت‌ها و تفاوت‌های این دو تکنیک

در این مقاله درصدد آن نیستیم تا به مقایسه این دو تکنیک پرداخته و آن دو را نسبت به یکدیگر ارزش‌گذاری نماییم، بلکه قصد داریم با بیان شباهت‌ها و تفاوت‌های این دو تکنیک، حوزه کاری هر یک را شفاف نماییم:

۱، ۳، ۲. شباهت‌ها

۱. هر دو، متدولوژی حل مسئله هستند.
۲. هر دو سیستماتیک، نظام‌مند و شامل مراحل اجرایی می‌باشند.
۳. هر دو کارکردگرا می‌باشند.
۴. هر دو تفکر خلاق را مبنای متدولوژی خود می‌دانند.
۵. هر دو به دنبال تامین رضایت مشتری با حداقل هزینه و در حداقل زمان هستند.
۶. هر دو تکنیک، امروزه با اثبات کارایی خود، به‌صورت حرفه‌ای و تخصصی در حل مسایل سازمان‌ها وارد شده‌اند و تشکلهای بین‌المللی به منظور ترویج آن‌ها ایجاد شده‌اند.



۷. در مهندسی ارزش و در فاز پیش مطالعه، نظرات کارفرما به صورت معیارهایی کلی تعریف و ارزش گذاری می شوند و در پایان مطالعه ارزش، ارزیابی ها بر آن معیارها استوار است. در نوآوری نظام یافته نیز چگونگی دستیابی به نظرات کارفرما لحاظ می شوند و ارزیابی های نهایی بر آن ها استوار است.
- ۱،۳،۲. تفاوت ها
۱. مهندسی ارزش، رویکردی گروهی است اما نوآوری نظام یافته را هم می توان به صورت گروهی و هم به صورت انفرادی به کار گرفت.
 ۲. مهندسی ارزش به دنبال آن است که ساختار و متدولوژی تثبیت شده آن، کمترین تغییرات را در طول زمان داشته باشد اما نوآوری نظام یافته قصد دارد تا در بسط و گسترش خود، ویژگی های مفید همه تکنیک های حل مسأله را به خود بیفزاید.
 ۳. مهندسی ارزش معتقد است که نباید گام های آن در هنگام انجام مطالعه جابه جا شوند اما در نوآوری نظام یافته هر کاربری می تواند با توجه به سلیقه و طرز تفکر خود، هر ترتیبی از گام ها را دنبال نماید.
 ۴. نوآوری نظام یافته در پایه های تفکری خود علاوه بر کارکردگرایی به شدت بر ایده آلی، استفاده از منابع، رفع تضادها و زمان / فضا / تعامل تاکید دارد. برخی از این اصول تفکری نظیر استفاده از منابع در مهندسی ارزش دیده می شوند اما در اصول تفکری آن به صراحت عنوان نشده اند.
 ۵. در مهندسی ارزش عموماً یک آلترناتیو اولیه وجود دارد و کار با بررسی آن و کارکرد تامین شونده توسط آن، آغاز می شود اما در نوآوری نظام یافته لزومی به وجود یک آلترناتیو نمی باشد.
 ۶. نتایج مطالعات مهندسی ارزش به شدت به تیم مطالعه وابسته است اما در نوآوری نظام یافته، بانک اطلاعاتی ابداعات و اختراعات، در صدد است میزان وابستگی نتایج حل مسأله به کاربران را کاهش دهد.
 ۷. گروهی بودن اخذ تصمیمات در مهندسی ارزش، ضامن بهتری بر اجرای نتایج نسبت به نتایج حاصله از نوآوری نظام یافته است.

۲. تاثیرات این دو تکنیک بر یکدیگر

جالب است بدانید که این دو تکنیک هر دو محصول سال های ۱۹۴۶ و ۱۹۴۷ هستند؛ پایان جنگ جهانی دوم و زمانی که شرکت ها و کارخانجات با چالش های فراوانی روبرو گردیدند و مسایل بیشماری ادامه حیات آن ها را با خطر جدی روبرو ساخت. افرادی که در آن دوران به نجات شرکت ها می اندیشیدند، هر یک سعی می کردند مسایل پیش روی خود را به گونه ای حل نمایند. مایلز با معرفی مهندسی ارزش به دنبال دستیابی به کارکردهای مورد نظر مشتریان از طریق طراحی های جدید با هزینه های کمتر بود [۴]. آلتشولر نیز به دنبال روشی بود که فرهنگ طراحی



و تولید محصولات بهتر و متناسب با نیاز مشتریان را در سطح وسیعی از کارشناسان نهادینه کند و وابستگی جوامع را به مخترعان و اندیشمندی که هر از چند گاهی ظهور می کنند، کم نماید [۷]. نتایج به کارگیری این دو تکنیک در صنایع و سازمان های کشورهای پیشرو، حاکی از آن است که این دو بنیانگذار هر دو به آرزوهای خود دست یافته اند. اما همانطور که بیان شد، از آن جا که هدف مهندسی ارزش، به کارگیری تجربیات و همچنین خلاقیت های افراد در تامین کارکرد با حداقل هزینه و حداکثر کیفیت بوده است، مایلز از ابتدا تحلیل ارزش را در یک فرایند گروهی و سیستماتیک تعریف نمود. برخلاف آنچه در مهندسی ارزش اتفاق افتاده است، در TRIZ، یاری رساندن به کارشناسان در حل مسایل ریز نهفته در طراحی های محصولات، آلتشولر را بر آن داشت تا از لابلای انبوه پتنت ها به جمع آوری ایده های خلاقانه نهفته در آن ها پرداخته و آن ها را در قالب چند ابزار معرفی نماید. حدود یک دهه پس از معرفی اولین ابزارها، اولین الگوریتم و متدولوژی تعریف و حل مسأله در TRIZ، تحت عنوان ARIZ-59 تبیین و تشریح گردید و تا امروز روند تکامل متدولوژی TRIZ ادامه دارد. TRIZ دانش عصاره هاست و خود نیز در رشد و توسعه فلسفه، ابزارها و متدولوژی خود به تکنیک های دیگر نظر داشته است و عصاره بهترین ایده های آنان را در خود جمع کرده است [۱]. با این توصیف جای تعجب ندارد اگر بدانیم اکثر توانمندی متدولوژی مهندسی ارزش در متدولوژی نوآوری نظام یافته نیز دیده می شود که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. در نظر گرفتن خواست کارفرما و مشتریان (خواست های آشکار و پنهان) در روند تعریف و حل مسأله؛
۲. تعریف و حل مسأله در قالب یک پروژه ضربتی؛
۳. تعریف و حل مسأله در قالب یک متدولوژی نظام مند؛
۴. ارزیابی نهایی نتایج و انتخاب بهترین گزینه ها برای اجرا.

همچنین TRIZ معتقد است که با عصاره گیری از فلسفه های نهفته در بهترین تکنیک ها و دانش های مدیریتی و سازمانی، اصول تفکر خود را کامل نموده است و کارکردگرایی را مرهون مهندسی ارزش می داند [۲]. اما ابزار تحلیل کارکرد در TRIZ، تکامل یافته است و امروزه متخصصان TRIZ از نسل سوم ابزار تحلیل کارکرد به نام تحلیل کارکرد و خواص، برای تعریف و حل مسایل خود استفاده می کنند [۲].

۴. به کارگیری ابزارهای نوآوری نظام یافته در مهندسی ارزش
در این بخش از مقاله، به تعریف مختصری از مراحل اجرایی مطالعات مهندسی ارزش می پردازیم و سپس در صورت معنادار بودن بکارگیری یک یا چند ابزار از ابزارهای TRIZ در آن مراحل، مختصری از آن ابزارها تشریح شده و ارتباط این دو با یکدیگر تبیین می شود.



۱,۴. مرحله پیش مطالعه (Pre-Study)

این فاز خود از چهار بخش مجزا تشکیل شده است [۶]:

- ❖ گردآوری داده‌ها (Data gathering)
- ❖ تعیین تیم مطالعه (Team Collection)
- ❖ نشست‌های آموزشی (Training Sessions)
- ❖ تعیین معیارها (Defining Criteria)

۲,۴. مرحله مطالعه (Study)

این فاز نیز از ۶ بخش مجزا و بسیار مهم تشکیل یافته است. به دلیل اهمیت این بخش در تکمیل فاز مطالعه ارزش، به تشریح هر یک از آن‌ها می‌پردازیم.

۱,۲,۴. فاز اطلاعات (Information Phase)

هدف فاز اطلاعات، کامل نمودن مجموعه اطلاعاتی است که در مرحله پیش مطالعه گردآوری شده‌اند. در این فاز، گروه باید در خصوص هدف‌های تعیین شده مطالعه، دستاوردهای قابل پیش‌بینی و مفاهیمی که بهبود آن خواسته شده است به اتفاق نظر دست یابند. در پایان نیز، محدوده مطالعه مجدداً مورد بازنگری قرار می‌گیرد تا اگر موردی از قلم افتاده است، بدان‌ها توجه شود و اطلاعات مربوطه با اجرای فاز اطلاعات، گردآوری گردد [۶]. استفاده از ابزارهای ISQ [۵] و کاشف مسأله در این فاز، بسیار مفید است خصوصاً بررسی مجدد محدوده مطالعه از میان ابزار ۹ پنجره به تیم مطالعه کمک می‌کند تا نکات فراموش شده و پنهان را تشخیص دهند.



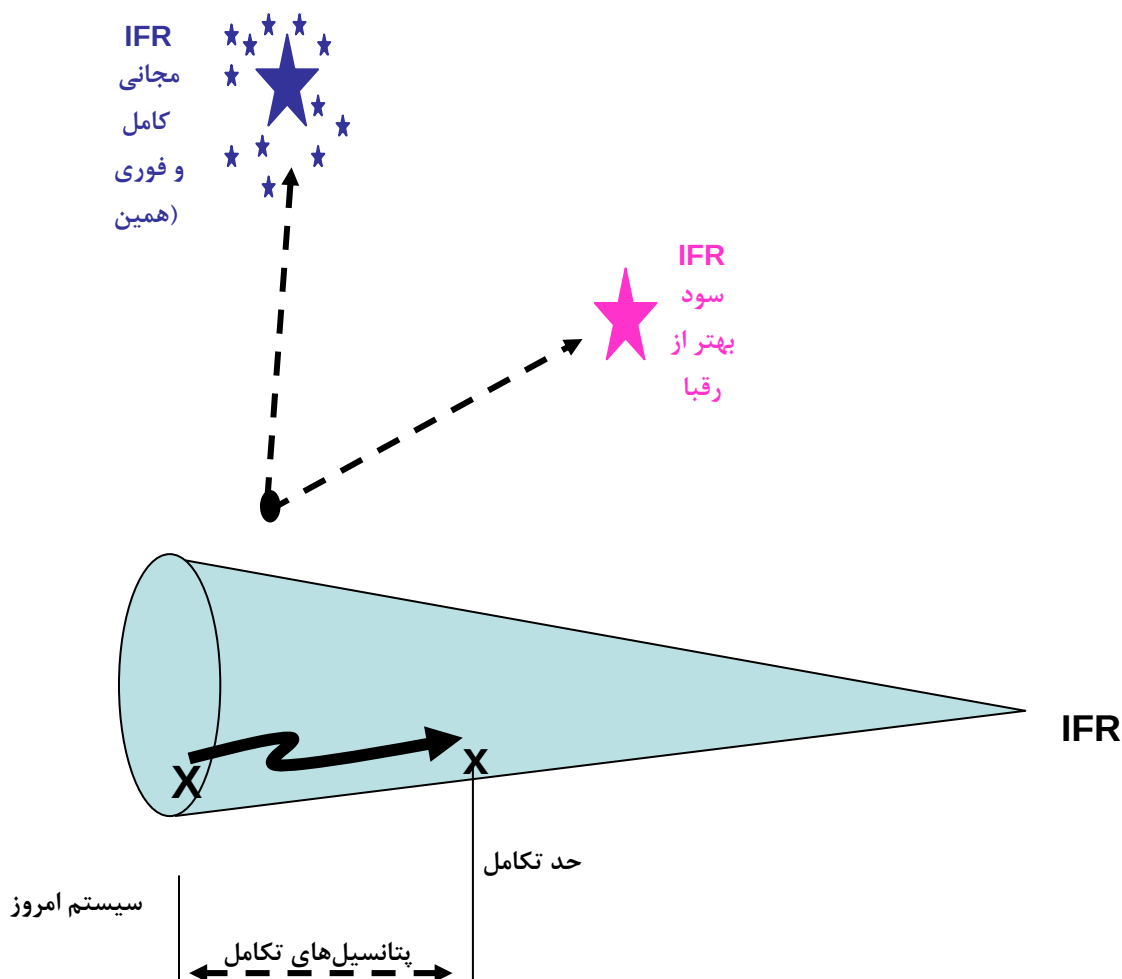
۲,۲,۴. فاز تحلیل کارکرد (Function Analysis Phase)

اهداف این فاز در فعالیتهای مجزای زیر دنبال می‌شوند:

❖ تعریف کارکردها Definition of Function

در این مرحله، کارکردهای مورد نظر مشتریان از محصول، پروژه و یا خدمت تحت مطالعه تعیین می‌شوند. مشتریان همیشه به دنبال دستیابی به کارکردهای مورد نظر خود با پرداخت حداقل هزینه هستند [۶,۴].

در TRIZ توصیه می‌شود به منظور تشخیص نیازهای پنهان مشتری از ابزار IFR استفاده شود. نتیجه نهایی ایده‌آل (IFR) به دنبال آن است که کارکرد مورد نظر مشتری توسط یک سیستم ایده‌آل تامین شود. سیستم ایده‌آل، سیستمی است که هیچ‌گونه وجود فیزیکی ندارد اما کارکرد اصلی خود را انجام می‌دهد [۲].



شکل ۴: شمایی از ابزار نتیجه نهایی ایده‌آل

در صورت استفاده از IFR در این مرحله، می‌توان کارکردهایی را که در آینده سیستم‌ها، در جهت ارضای آن‌ها تکامل خواهند یافت را شناسایی نمود و مزیت رقابتی را بدست آورد. این نکته یکی از تفاوت‌های بارز TRIZ با مهندسی ارزش است. TRIZ نگاهی از آینده به امروز دارد و خود را درگیر شرایط موجود نمی‌کند [۲] در حالی که مهندسی ارزش با پذیرفتن طرح اولیه به دنبال ایجاد بهبودهایی در آن است. ادغام نگاه فردا به امروز با این مرحله، تاثیر چشم‌گیری در ادامه مسیر مهندسی ارزش خواهد داشت.

❖ دسته‌بندی کارکردها و ایجاد روابط بین آن‌ها Development of Functional diagram

در این مرحله، کارکردهای تعریف شده در مرحله پیشین به دو دسته اصلی و ثانویه تقسیم‌بندی می‌شوند و سپس روابط و توالی کارکردها و زمان رخ دادن آن‌ها ترسیم می‌شود. در مهندسی ارزش، عمومی‌ترین رویکرد دسته‌بندی کارکردها، لیست نمودن اجزای پروژه و یا گام‌های یک فرایند و تلاش برای تعریف کارکرد، با توجه به وابستگی آن کارکرد به هر جزء یا گام است و نمودار FAST ارتباط بین کارکردها را نشان می‌دهد [۶]. در TRIZ و در ابزار ISQ، کارکردهای مفید اصلی اولیه و مضر اصلی اولیه شناسایی می‌شوند و سپس با پرسیدن یک سری سوالات، کارکردهای مفید و مضر دخیل در مسأله، شناسایی می‌شوند و روابط بین آن‌ها تعیین می‌شوند. همچنین در TRIZ، کارکردها از طریق ابزار تحلیل کارکرد و خواص، تعریف می‌شوند. همانطور که پیشتر عنوان شد ابزار تحلیل کارکرد و خواص برگرفته از ابزار تحلیل کارکرد در مهندسی ارزش است اما به منظور تشخیص دقیق مسایل فنی، دو ویژگی به آن اضافه شده است [۲]:

۱. رسم ابزار تحلیل کارکرد در سه مقطع زمانی متفاوت قبل از وقوع مسأله،

در حین وقوع مسأله و پس از وقوع مسأله به منظور درک دقیق روابط کارکردی در هنگام وقوع مسأله؛

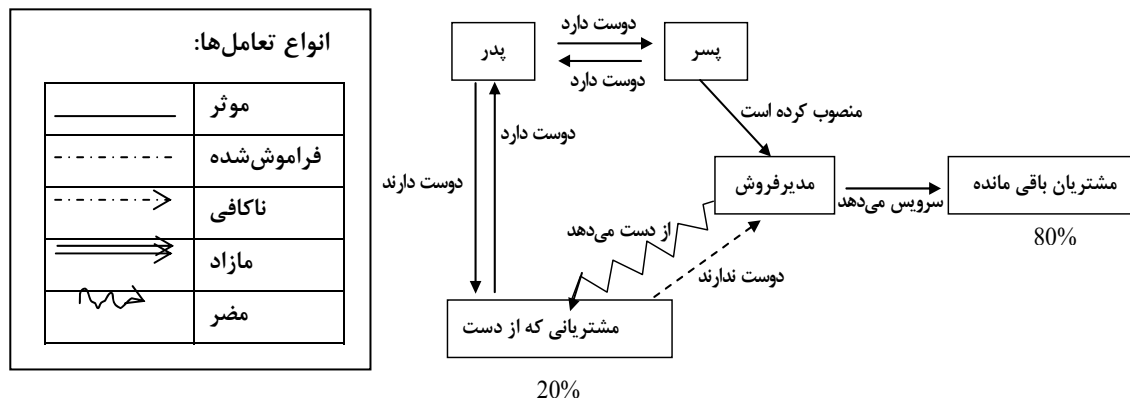
۲. خواص و ویژگی‌های اجزاء نیز در هنگام ترسیم کارکردها، ذکر می‌شوند زیرا

در اکثر موارد در مسایل فنی، ویژگی‌های خاص اجزاء و المان‌ها در هنگام وقوع مسأله، عامل اصلی بروز مسأله هستند.

مهندسی ارزش در فاز تحلیل کارکرد به دنبال دستیابی به یک عامل پر هزینه به منظور اصلاح آن است اما TRIZ تحلیل کارکرد را برای تشخیص و تعریف دقیق مسأله انجام می‌دهد. در TRIZ، ابزار تحلیل کارکرد و خواص، تضادهای موجود در سیستم، کارکردهای مضر، کارکردهای ناکافی و مازاد را مشخص می‌سازد و پس از اولویت‌بندی، بهترین ابزارهای حل آن‌ها را پیشنهاد می‌نماید. TRIZ فقط به هزینه



نمی‌اندیشد بلکه ضررها، خسارات و تضادها را نیز مورد توجه قرار می‌دهد. جهت آشنایی بیشتر، یک مثال از به‌کارگیری تحلیل کارکرد در تعریف مسأله در شکل زیر ارائه می‌شود.



شکل ۵: شمایی از ابزار تحلیل کارکرد در TRIZ

اضافه کردن دو عامل ذکر شده به ابزار تحلیل کارکرد در مهندسی ارزش، می‌تواند در جهت‌گیری مطالعه تاثیر مثبتی داشته باشد.

❖ تخصیص هزینه و یا سایر معیارهای قابل سنجش به کارکردها Cost Analysis
Function
در این مرحله، فعالیت اصلی، نسبت دادن هزینه به کارکردهاست.

❖ تعیین بهای کارکرد Evaluation of Functions
در این گام، بهای واقعی هر کارکرد تعیین می‌شود. بها کمترین هزینه‌ای است که امکان محقق ساختن یک کارکرد را با ملاحظه معیارها و آیین‌نامه‌ها فراهم می‌سازد. مقایسه هزینه و بها، گروه را در تعیین مواردی که دارای بیشترین امکان بهبود ارزش هستند، یاری می‌رساند [۶].

❖ انتخاب کارکردهای مناسب برای مطالعه Identification lower-value Functions
در این مرحله، محاسبه شاخص ارزش برای همه کارکردها، معیاری جهت انتخاب موارد نیازمند بهبود می‌باشد. هدف در مطالعات ارزش، نزدیک شدن شاخص کل طرح به عدد ۱ است [۶].

TRIZ برای انتخاب مسایل نیازمند حل در یک سیستم و یا یک طرح، روش اولویت‌بندی مختص به خود دارد. در این اولویت‌بندی TRIZ از ابزار تحلیل کارکرد و خواص و میزان

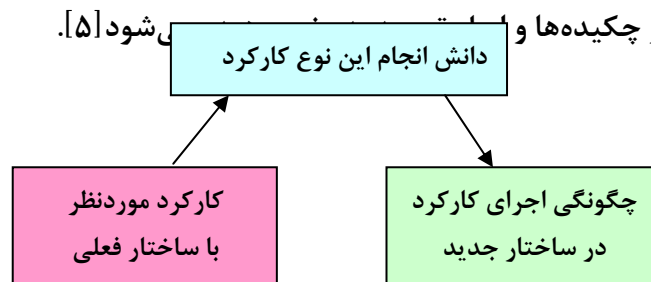
تضادها و خسارات یک بخش از سیستم، از ابزار منحنی عمر و موقعیت قرارگیری سیستم بر روی منحنی S شکل استفاده می‌کند [۱]. اگر مهندسی ارزش نیز از این ابزارها استفاده نماید، به راحتی قادر خواهد بود عامل‌های دیگر به جز هزینه را در اولویت‌گذاری خود وارد نماید.



۳،۲،۴. فاز خلاقیت (Creativity Phase)

هدف این فاز، تولید ایده‌های متعدد برای عملیاتی کردن هر یک از کارکردهای انتخاب شده در انتهای فاز پیشین است. طوفان فکری از جمله متداول‌ترین تکنیک‌های خلاقیت و روش‌های ایده‌پردازی است که معمولاً در مطالعه‌های مهندسی ارزش، مورد استفاده قرار می‌گیرد. باید توجه داشت که در این فاز، به دنبال ایده‌ها و یا گزینه‌هایی که فوراً قابل به‌کارگیری و یا پیاده‌سازی باشند نیستیم، بلکه به دنبال ایده‌هایی کلی هستیم که بتوانند پایه و اساس گزینه‌های دیگری شوند.

در TRIZ ابزار دانش / اثرات (Knowledge/Effects)، کارکردهای مختلف سیستم‌های فنی را با قوانین حاکم بر علوم مختلف متناظر می‌نماید و در نتیجه این تناظر، می‌توان برای انجام کارکرد مورد نظر، ایده‌های مختلفی تولید کرد که در اکثر موارد به جای طراحی زیرسیستم‌ها و اجزای پیچیده، از محیط پیرامون و یا از اثرات طبیعی سود برد. در این ابزار، رعایت خودبه‌خودی انجام امور و همچنین استفاده از حداکثر منابع مدنظر قرار می‌گیرد. در این ابزار، استفاده از چکیده‌ها و دانش انجام این نوع کارکرد



شکل ۶: ارتباط ابزار دانش / اثرات با اصل تجرید در TRIZ

به نظر می‌رسد اضافه کردن این ابزار به فاز خلاقیت، گروه مطالعه را در تولید ایده‌های بیشتر، مفیدتر و کاربردی‌تر یاری می‌رساند.

ابزار پیرایش نیز از جمله ابزارهای TRIZ است که در هنگام اصلاح و یا حذف یک جزء، سوالات محرک و جالبی را در اختیار کاربران خود قرار می‌دهد. این سوالات عبارتند از [۲،۱]:

- آیا کارکرد ارایه شونده توسط این جزء نیاز است؟
- آیا هیچ چیزی در درون و یا اطراف سیستم قادر است این کارکرد را به انجام رساند؟
- آیا هیچ یک از منابع موجود قادرند این کارکرد را به انجام رسانند؟
- آیا چیز ارزانتری قادر است جایگزین جزء فعلی شده و کارکرد را به انجام رساند؟
- آیا باید جزء موردنظر نسبت به دیگر اجزاء حرکت داده شود؟
- آیا باید جزء موردنظر از جنس متفاوتی نسبت به دیگر اجزاء ساخته شود و یا از دیگر اجزای مرتبط با خود، ایزوله شود؟

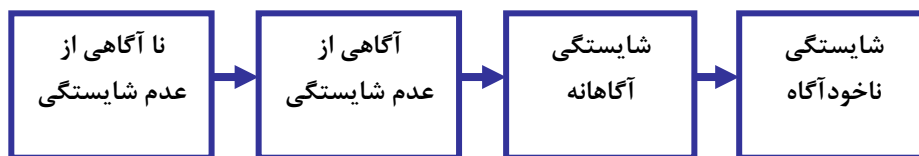


- آیا باید جزء موردنظر از دیگر اجزای مرتبط، مجزا شود تا مونتاژ و یا دیمونتاژ آن تسهیل گردد؟

به نظر می‌رسد در مهندسی ارزش و در فاز خلاقیت، گروه حداکثر به دو سوال از ۷ سوال فوق پاسخ می‌گویند. بکارگیری ابزار پیرایش در این مرحله، تعداد ایده‌های تولیدی و به تبع آن، موفقیت جلسه طوفان فکری را چند برابر خواهد کرد.

یکی دیگر از ابزارهای TRIZ که به نظر می‌رسد کاربرد بسیار مفیدی در این فاز داشته باشد، الگوهای تکامل (Trends of Evolution) است. در TRIZ، ۳۵ روند تکامل، چگونگی جهت‌گیری تکامل سیستم‌ها و اجزای آن‌ها را برای دستیابی به IFR نشان می‌دهند. چنانچه در ابتدای فاز تعریف کارکردها از IFR برای تعریف کارکردهای پنهان مورد انتظار مشتریان استفاده کرده باشیم، در این مرحله و با استفاده از الگوهای تکامل می‌توانیم ایده‌هایی برای طراحی‌های جدید و چگونگی تامین کارکردها با نسل جدید سیستم‌ها، تولید نماییم. هر یک از ۳۵ الگوی تکامل، از مراحل تشکیل شده‌اند که ایده‌پردازان می‌توانند با توجه به آن‌ها، به راحتی به تولید ایده بپردازند. برای درک بهتر روندهای تکامل، یکی از روندهای تکامل مدیریتی و یکی از روندهای تکامل سیستم‌های فنی ارائه می‌شود.

شایستگی و صلاحیت



نا آگاهی از عدم شایستگی:

بی‌توجه سعادتمند

اعتماد به نفس کاذب به توانایی‌های خود، در عین آن که نه دانش کافی و نه مهارت کافی داریم. ما نمی‌دانیم که نمی‌دانیم.

آگاهی از عدم شایستگی:

ما به یک مهارتی که نیاز داریم کسب کنیم، آگاه می‌شویم.

وقتی که متوجه می‌شویم که توانایی‌های ما محدود است، اطمینان ما نیز کاهش می‌یابد.

ما به تمرین برای یاد گرفتن نیاز داریم؛ این بدان معنی است که موفقیت در نخستین تلاش نخواهد بود.

ما در حال آموختنیم ولی متأسفانه در فرهنگمان گاهی از این، تعبیر به شکست می‌شود و این خود ناراحتی به همراه دارد.

ما می‌دانیم که چه چیزهایی را نمی‌دانیم

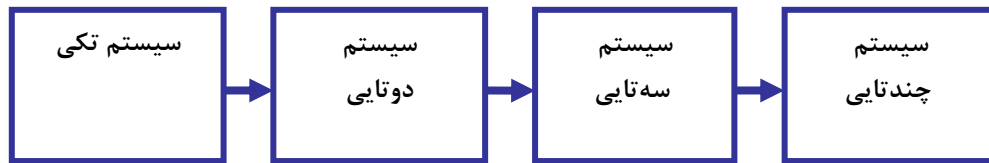
شایستگی آگاهانه:

ما مهارت را کسب کرده‌ایم و از شایستگی خود آگاهی؛ اما مغز خودآگاه ما در هر زمان فقط حجم کمی از اطلاعات تازه را پردازش می‌کند.

اعتماد به نفس ما در پی افزایش توانایی‌ها، افزایش می‌یابد و باید روی چیزهایی که می‌دانیم و می‌خواهیم انجام دهیم تمرکز کنیم.



تکی به دو یا چند تایی – مشابه



شکل ۷: مثالی از روندهای تکامل در TRIZ

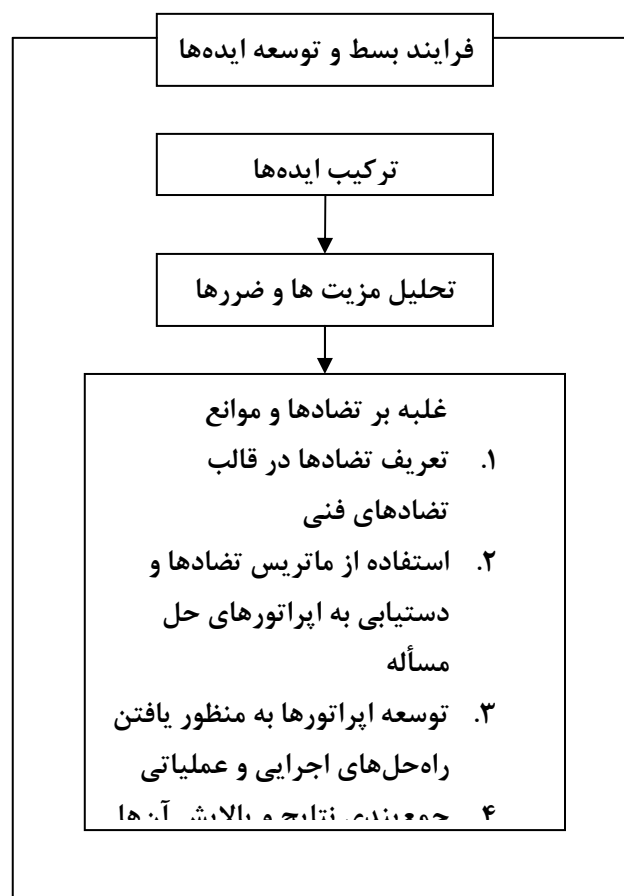


۴.۲.۴. فاز ارزیابی (Evaluation Phase)

هدف از این فاز، یکدست‌سازی ایده‌های تولید شده در فاز خلاقیت و انتخاب ایده‌های دارای امکان بسط و توسعه در فرایند مهندسی ارزش است. در این فاز، فایده‌ها، امتیازات، مضرات و اشکالات هر ایده قابل دفاع توسط یک وکیل مدافع، فهرست می‌شوند و با توجه به اولویت و اهمیت معیارهای ارزیابی، رتبه‌بندی می‌شوند و سپس ایده‌هایی که هم از بعد تکنیکی و هم از بعد اقتصادی قابل بسط و توسعه هستند و انتظار می‌رود منجر به خلق ارزشی بالاتر شوند، انتخاب می‌گردند.

۵.۲.۴. فاز بسط و توسعه (Development Phase)

هدف از این فاز، بسط و توسعه گزینه‌های فاز پیشین است. در این مرحله لازم است اکثر ایده‌های انتخابی فاز قبل، دوباره ساختاردهی شده و یا با هم ترکیب شوند تا گزینه‌هایی مطلوب‌تر ایجاد شوند. معمولاً ساختاردهی مجدد ایده‌ها و در کنار هم گذاشتن مزایا و مضرات حاصل از ایده‌ها، با مشکلاتی روبروست و منجر به مجموعه‌ای از تضادها می‌شود. ابزار حل تضادهای فنی از مجموعه ابزارهای TRIZ، ابزاری مناسب برای بسط و توسعه ایده‌ها، رفع تضادها و دستیابی به ایده‌های بکر و تازه است. شمایی از آنچه در این فاز انجام می‌شود در شکل زیر آورده شده است [۵].



شکل ۸: فرایند به کارگیری ابزار رفع تضادهای فنی در TRIZ

در انتهای این فاز، مجدداً گزینه‌های نهایی ارزیابی می‌شوند و بهترین گزینه‌ها برای ارایه انتخاب می‌شوند.

۶،۲،۴. فاز ارایه (Presentation Phase)

هدف از این فاز، ارایه دستاوردهای مطالعه ارزش توسط گروه و حصول اطمینان سفارش‌دهندگان مطالعه از جمله طراح پروژه، ذی‌نفعان پروژه و دیگر مدیران اجرایی آن از انجام شرح خدمات مطالعه و توافق بر عملیاتی توصیه‌های گروه مهندسی ارزش است و این کار با ارایه حضوری و شرح شفاهی نتایج و نیز ارایه یک گزارش کتبی همراه خواهد بود [۶].

۲،۴. مرحله مطالعه تکمیلی (Post-Study)

این مرحله، اطمینان از پیاده‌سازی نتایج است و معمولاً طراح خبره‌ای که در تمام مدت انجام مطالعات مهندسی ارزش همراه هدایتگر و تسهیل‌گر مطالعات بوده است، پیگیری‌های مرحله مطالعه تکمیلی را دنبال می‌نماید [۶].

۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

دو تکنیک مهندسی ارزش و نوآوری نظام‌یافته، هر دو از تکنیک‌های قدرتمند در حل مسایل می‌باشند. در این مقاله امکان بکارگیری ابزارهای نوآوری نظام‌یافته در مهندسی ارزش مورد بررسی قرار گرفت و بهترین مراحل برای بکارگیری مطرح گردید. به نظر می‌رسد بتوان از مزایای بکارگیری ابزارهای نوآوری نظام‌یافته در مهندسی ارزش سود برد. برای درک واقعی مزایای این امر، بهتر است در ابتدا یک طرح بر اساس استانداردهای انجمن مهندسين ارزش، توسط یک تسهیل‌گر مهندسی ارزش مورد مطالعه قرار گیرد و سپس همان طرح توسط همان گروه، مجدداً توسط یک تسهیل‌گر مهندسی ارزش و یک متخصص TRIZ مورد مطالعه قرار گیرد و نتایج کار با یکدیگر مقایسه شود. نویسندگان این مقاله، آمادگی ارایه این خدمت را به سازمان‌ها و صنایع دارا می‌باشند.

منابع:

۱. جزوه کارگاه‌های آموزشی TRIZ در ۱۲ جلد، موسسه مطالعات نوآوری و فناوری ایران، ویرایش سوم ۱۳۸۴؛
۲. کتاب Darrell Lee Mann, Hands on systematic Innovation, 2002؛
۳. خدمات گروه تخصصی TRIZ موسسه مطالعات نوآوری و فناوری ایران، ویرایش چهارم، ۱۳۸۴؛



۴. کتاب جایگاه مهندسی ارزش در مدیریت پروژه، دکتر محمد سعید جبل عاملی، کامران قوامی‌فر، مزدک عبایی، ۱۳۸۳؛
۵. مقاله Effective Approaches to Solving Technical Problems by Manabu Sawaguchi, Combining TRIZ & VE، کنفرانس TRIZ، ۲۰۰۰؛
۶. کتاب بهبود بی‌تردید، مهندس محمود کریمی با هدایت و نظارت دکتر محمدحسین سلیمی، چاپ اول، ۱۳۸۴؛
۷. کتاب الگوریتم نوآوری، دکتر محمدحسین سلیمی، مهندس شهابی، دکتر ایرانمنش، چاپ دوم، ۱۳۸۴.

