

پشتیبانی مهندسی ارزش با استفاده از ۴۰ اصل TRIZ در حل مسائل اختراعی (ابداعی)

محمد حسین سلیمی نمین
دکترای مهندسی صنایع

حمیدرضا شهابی حقیقی
دانشیار دانشکده مهندسی صنایع
دانشگاه صنعتی امیر کبیر

چکیده

از جمله هدف‌های مهندسی ارزش، کمک به افراد برای فائق آمدن بر ضعف‌های معینی است که در میان اکثر ما رایج است. این روش‌ها در حوزه رفتار انسانی و حوزه‌های حل مسئله و تصمیم‌گیری بسیار مهم هستند. یکی از مهمترین تکنیک‌های مهندسی ارزش «تفکر خلاق» است. آلتشولر (Genrich Altshuller 1926-1998) «تئوری حل مسائل اختراعی (ابداعی)» را ارائه نمود. TRIZ دارای ابزارهای قدرتمندی مانند «۴۰ اصل اختراعی» است که «تفکر خلاق» را اثر بخش‌تر می‌کند. در این مقاله یک مسئله از طریق کاربرد «۴۰ اصل اختراعی» حل شده است.

واژه‌های کلیدی:

مهندسی ارزش
TRIZ:

Theory of Inventive
Problem Solving

اختراع (ابداع)

Invention

تضاد

Contradiction

مهندسی ارزش و استفاده از ۴۰ اصل TRIZ در حل مسائل اختراعی (ابداعی)

همانگونه که راههای ساخته شده و قدیمی، قابلیت حمل و نقل پر سرعت امروزی را برای مواد، محصولات و افراد ندارند و نیاز به اصلاح مکرر دارند، سیستم‌های ساخت و تولید و نیز فلسفه ما برای تولید، کیفیت و قابلیت هم طالب اصلاح مکرر هستند.

راه حل این کار را نمی‌توان از تعرفه‌های حمایتی انتظار داشت. بلکه مایاید تولید بیشتری در هر ساعت داشته باشیم و در عین حال کیفیت را بهبود بخشیم. مهندسی ارزش راه خروج از این وضع نامساعد اقتصادی است. همواره چند راه برای ساخت و تولید قطعات یا خلق اشکال مختلف وجود دارد. ولی عموماً یک روش برای هر کار بهترین است. معمولاً نمی‌توان از انباره عظیم اطلاعات موجود در کتابخانه‌ها درباره روند تولید و ساخت بهره زیادی برد. باید افرادی در موسسه شما باشند که بتوانند شما را هدایت و راهنمایی کنند. اگر به این شخص کمیت موجود و تئوری‌های لازم و سطح کار تمام شده را بدهید، او روشی مناسب را برای فرآیند به شما خواهد داد. حتی اگر چنین شخصی هم وجود داشته باشد، بهتر این خواهد بود که خود شما هم اطلاعاتی درباره روش‌های رایج و غیر رایج داشته باشید.

تاکنون، علاقمندان درباره تجارب صحبت می‌کردیم، زیرا برای مهندسی ارزشی ضروری است. با این وجود، زمان و شرایطی وجود دارند که تجربه، خود یک مانع محسوب می‌شود. و شما توسط تجربه موجود، اسیر موقعیت‌های غم‌انگیز می‌شوید. با این وجود یک زمینه غنی از تجارب متنوع برای حل مسائل، ضروری است. متأسفانه افراد زیادی به طراحی محصولات امروزی با همان روش ادامه می‌دهند که سالها پیش از این مفید بود و بسیاری از مهندسان زمانی احساس راحتی می‌کنند که از تجارب موفق به گذشته استفاده کنند. لذا سعی دارند مسائل را بیش از حد با همان روش تعریف شده حل کنند. بعضی طراحان با استفاده از ایده‌ها و نظرات جدید مخالف هستند. فناوری بسیار سریع حرکت می‌کند، باید مرتباً درباره آن مطالعه کنیم و با امکانات جدید آشنا باشیم. پروفیسور ای. دی اسمیت از دانشگاه ریل^۱ می‌نویسد:

“آنچه که من بیش از هر چیز به عنوان مانعی برای خلاقیت در صنایع از آن وحشت دارم این است که مهندسان جوان از سیر آهسته و طولانی آموزش و تجربه پیروی کنند و در گذشته باقی بمانند. مهندس ارزش ضمن اتکاء به تجارب گذشته از نوآوری نیز حمایت می‌کند. وقتی یک گروه کاری مهندسی ارزش برای برنامه‌ای تشکیل می‌شود این گروه مرکب است از حرفه‌های متنوعی از قبیل: مهندس طراح، مهندس سیستم، مهندس ساخت و تولید، مهندس ابزار، کارشناس بازرگانی و ... که تحت راهنمایی یک مهندس ارزش برای یک دوره یک تا چهار ماهه با هم کار خواهند کرد. عموماً هر کس سعی خواهد کرد تا ارزش و اهمیت کار و شغل خود را نشان دهد. تجربه نشان داده است



که این افراد به یکدیگر احترام می‌گذارند و بهمان نسبت در آینده از نظم‌های جداگانه‌ای که در کار هریک وجود دارد، درک بهتری خواهند داشت.

این نیروهای کاری مانند کارآگاه در کار یکدیگر دخالت نخواهند کرد. آنها طوری عمل می‌کنند که انگار هر یک از آنها یک مهندس ارزش است و به اهداف خود به وسیله بحث‌های آزاد می‌رسند. به‌طوریکه هر پیشنهاد مفیدی پذیرفته و مورد بحث قرار می‌گیرد بدون اینکه از آن انتقاد منفی شود. آلتشولر نیز با این درک که در دنیای نوین، اختراعات و ابداعات می‌بایست متحول شود، نظریه حل مسائل اختراعی ((TRIZ)) را ارائه نمود. وی پس از مطالعه نظرات مختلف در مورد مخترعین، از جمله نظرات: «جان رابینو» مخترع آمریکائی، «جی بابات» مخترع روس، «انگل می‌یر» دانشمند روس، «آل - ترمین» و «اس - کوکس» روانشناسان آمریکائی، روسمان «روانشناس آمریکائی»، «یاکوبسون» روانشناس روسی «انیوول»، «جی سیمون» دانشمندان آمریکائی به این نتیجه رسید که نظرات ارائه شده نمی‌تواند کمکی به روند حل مسائل اختراعی نماید.

روانشناسان، قوانین بیرونی سیر تکاملی در علم و فناوری را در نظر نمی‌گرفتند. ایشان فقط به ماهیت خلاق دانشمندان برجسته و مخترعان علاقمند هستند. تاریخ نویسان حوزه علوم و فنون نیز به‌عنوان یک قاعده، مفهوم روانشناختی روند خلاقیت را نادیده می‌گیرند. وی برای پاسخ‌گویی به این نیاز^۹ روش شناسی^۹ اختراع^۹ را ارائه نمود. او نامهای متفاوتی را برای این ابتکار پیشنهاد کرد.

آخرین نام انتخابی وی TRIZ بود که مخفف روسی «تئوری حل مسائل اختراعی» است. همانگونه که یکی از تکنیک‌های بسیار مهم مهندسی ارزش با عنوان ((تفکر خلاق)) شناخته شده است، اساس فلسفه آلتشولر نیز بر خلاقیت انسان متکی است. اغلب اوقات TRIZ به‌عنوان یک سلسله ابزار قدرتمند برای حل مسائل مهندسی، مورد ملاحظه قرار می‌گیرد. ولی حقیقت این است که TRIZ برتر از اینهاست. قبل از هر چیز و مهم‌تر از همه TRIZ راه جدیدی برای تفکر است. آلتشولر اعتقاد داشت که رفاه «معنوی و اقتصادی» هر جامعه به وجود درصد بالای افراد خلاق در آن جامعه وابسته است. لذا وی TRIZ را به همراه ابزارهایی که موجب اثر بخشی خلاقیت افراد می‌شود، بنیان نهاد. صدها دبیرستان و کالج تخصصی در روسیه، ژاپن، اروپا و آمریکا براساس این روش تاسیس شده‌اند.

وی این باور را که اختراع، هنری ذاتی است را با باوری جدید جایگزین کرد. او اثبات نمود، همه آنهایی که بخواهند، براساس تفکر TRIZ می‌توانند به فراخور دانش و تلاش انجام یافته، اختراع نمایند. او از سال ۱۹۴۶ که ایده خود را به عنوان TRIZ ارائه نمود، ابزارهای متعددی را برای اختراع

^۲ John Rabinov" why Do People Invent."USSR.1966

^۳ G.Babat."Roads into the Unknown."1962

^۴ Engel Meyer

^۵ L. Termen & S.Cox, "The early years of the Mental Characteristics of 300 Genises", 1926

^۶ Rossman."Psychology of the Inventor".1931

^۷ P.Jacobson."The Process of an Inventors Creativity".1934

^۸ A. Newell, J.Show and G.Simon."General problem Solver".1956

^۹ Methodology



و ابداع پیشنهاد کرد. یکی از مهمترین آنها ۴۰ اصل اختراعی (ابداعی) و استفاده از جدول تناقض مربوطه می‌باشد. وی پس از مطالعه بیش از ۱/۵ میلیون اختراع ثبت شده، ۴۰ اصل یاد شده را پیشنهاد نمود.

این ۴۰ اصل عبارت است از:

اصل ۱- قسمت کردن

- الف. تقسیم یک شیء به قسمت‌های مستقل.
- ب. شیء را به چند بخش تقسیم کنید (برای سواروپایه کردن راحت قسمت‌های آن)
- ج. درجه تقسیم پذیری شیء را افزایش دهید.

اصل ۲- جداسازی

- الف. قسمت مزاحم یا ویژگی یک شیء را مجزا کنید.
- ب. قسمت یا ویژگی لازم را جدا کنید.

اصل ۳- کیفیت عمل در محیط

- الف. انتقال از ساختار همگن و یکنواخت به چندگونگی و پراکندگی در یک شیء و یا در محیط خارجی.
- ب. قسمت‌های مختلف یک شیء باید وظایف مختلفی را انجام دهند.
- ج. هر قسمت یک شیء، باید در شرایطی قراردادده شود که دلخواه ترین شرایط برای عملکرد آن باشد.

اصل ۴- عدم تقارن

- الف. شکلهای قرینه را با شکلهای نامتقارن جایگزین کنیم.
- ب. اگر یک شیء قبلاً نامتقارن بود است، درجه عدم تقارن آنرا افزایش دهید.

اصل ۵- متصل کردن

- اشیاء همگن را در فضا به هم متصل کنید یا اشیاء مورد نظر برای عملیات مجاور و پیوسته را بهم متصل کنید.

اصل ۶- عمومیت دادن

- الف. یک شیء می‌تواند چندین عملکرد مختلف داشته باشد، بنابراین عناصر دیگر را می‌توان حذف کرد.

اصل ۷- آشیانه دادن

- الف. یک شیء در داخل دیگری قرار می‌گیرد، دومین شیء در داخل سومی و همینطور تا آخر.
- ب. یک شیء از میان حفره داخل شیء دیگر عبور می‌کند.

اصل ۸- جبران وزن

- الف. جبران وزن یک شیء از طریق ترکیب آن با شیء دیگر که باعث ایجاد نیروی پیش برنده می‌شود.

اعمال می‌شوند.

اصل ۹- تنش منفی

الف. ایجاد تنش منفی برای یک شیء به منظور جبران کردن تنش پس ماند مضر.

اصل ۱۰- اقدامات اولیه (پیش بینانه)

الف. نیازهای لازم برای شیء را از پیش برآورده نمائید.

ب. اشیاء را از پیش طوری طراحی کنید که بتوانید بلافاصله در راحت‌ترین وضعیت عمل کنید.

اصل ۱۱- آماده سازی مقدماتی

الف. جبران نمودن قابلیت اطمینان نسبتاً کم شیء با اقدامات ضروری که از قبل تدارک شده است.

اصل ۱۲- هم سطح وهم ظرفیت کردن

الف. شرایط کار را تغییر دهید. به‌طوریکه برداشتن، بلند کردن یا پائین آوردن شیء لازم نباشد.

اصل ۱۳- برعکس انجام دهید.

الف. بجای اقدام مستقیم دیکته شده در مسئله اقدام متقابل انجام دهید. (مثلاً سرد کردن بجای گرم کردن)

قسمت مورد نظر شیء را متحرک سازید، محیط خارجی شیء متحرک را تغییر دهید و ثابت کنید. یا قسمت را متحرک کنید.

ج. شیء را وارونه کنید.

اصل ۱۴- قابلیت منحنی کردن

الف. قسمتهای خطی را با قسمتهای منحنی جایگزین کنید. سطوح صاف را با سطوح منحنی عوض کنید و شکل‌های مکعبی را با شکل‌های کروی عوض کنید.

ب. از غلطک، توپی یا کره استفاده کنید.

ج. حرکت خطی را با حرکت چرخشی جایگزین کنید. از نیروی گریز از مرکز استفاده کنید.

اصل ۱۵- پویایی

الف. ویژگیهای یک شیء یا محیط خارجی آن باید در جهت بهینه کردن عملیات در هر مرحله از عملیات، تغییرات کوچکی داده شود.

ب. اگر یک شیء غیر متحرک است، آنرا متحرک کنید. آنرا با قابلیت حرکات داخلی بسازید.

ج. شیء را به عناصری که قابلیت تغییر موضع خود نسبت به یکدیگر را دارند، تبدیل کنید.

اصل ۱۶- بسنده کردن نتایج تقریبی

الف. اگر کسب ۱۰۰ درصد اثر دلخواه مشکل است. در حد ممکن به اثر دلخواه دست یابید.

اصل ۱۷- تغییر دادن در تعداد بعدهای شیء

الف. تغییر دادن حرکت یک بعدی، یا جایگزینی با اشیاء یک بعدی، دوبعدی، سه بعدی و غیره.

ب. استفاده ترکیب چند سطحی از اشیاء.

ج. کاهش تعداد بعد یک شیء یا به پهلوی قرار دادن آن.



د. استفاده از طرف مقابل سطح ارائه شده.

ه. پرتوافکنی خطوط نوری بر روی مناطق مجاور یا بر روی سطح مقابل یک شیء.

اصل ۱۸- لرزش

الف. از نوسان استفاده کنید.

ب. اگر نوسان وجود دارد فرکانس آنرا تا مافوق صوت افزایش دهید.

ج. از رزونانس فرکانس استفاده کنید.

د. لرزشهای مکانیکی را با لرزشهای پیرو جایگزین کنید.

ه. از لرزش مافوق صوت در اتصال با میدان مغناطیسی استفاده کنید.

اصل ۱۹- عملکرد دوره‌ای

الف. عملکرد پیوسته را با یک عملکرد دوره‌ای (پالس دار) جایگزین کنید.

ب. اگر این عملکرد قبلاً دوره‌ای شده، فرکانس آنرا تغییر دهید.

ج. با استفاده از وقفه بین پالسها، عملکرد اضافی تولید کنید.

اصل ۲۰- تداوم عملکرد مفید

الف. عملکرد را بدون توقف و استراحت اجرا کنید. تمام قسمتهای این شیء باید به‌طور متوالی و با ظرفیت کامل کار کنند.

حرکت‌های بی‌هوده و متوسط را حذف کنید.

ج. حرکت عقب و جلو را با حرکت چرخشی جایگزین کنید.

اصل ۲۱- عملیات سریع

الف. عملیات مضر و خطرناک را خیلی سریع انجام دهید.

اصل ۲۲- ضرر را به منفعت تبدیل کنید

الف. از عوامل و فاکتورهای مضر استفاده کنید، (مخصوصاً از عوامل محیطی) تا اثرات مثبت کسب کنید.

ب. یک عامل مضر را از طریق ترکیب آن با عوامل مضر دیگر بر طرف کنید.

ج. شدت ضرر را آنقدر افزایش دهید تا از حالت مضر بودن خارج شود.

اصل ۲۳- پس‌خور

الف. پس‌خور را معرفی کنید.

ب. اگر قبلاً پس‌خور وجود داشته، آنرا تغییر دهید.

اصل ۲۴- واسطه

الف. از اشیاء واسطه و میانجی برای انتقال یا اجرای کار استفاده کنید.

ب. شیء اصلی را به‌طور موقت به جای شیء که به آسانی حذف شده است وصل کنید.

اصل ۲۵- سلف سرویس

الف. یک شیء باید در حین اجرای عملیات تکمیلی یا تعمیرات خود را سرویس کند.

ب. از پسی مانده مواد و انرژی مجدداً استفاده کنید.



اصل ۲۶- الگو برداری

الف. یک نسخه ساده شده وارزان از اختراع باید بجای نسخه اصلی که آسیب پذیر است و یا کار با آن آسان نیست بکار رود.

ب. اگر نسخه‌ای با نورهای قابل رؤیت استفاده می‌شود، آنرا با نسخه‌های مادون قرمز یا ماوراء بنفش تعویض کنید.

ج. شیء یا (سیستم اشیاء) را با تصویر نوری آنها جابجا کنید. این تصویر سپس می‌تواند کوچک یا بزرگ شود.

اصل ۲۷- یکبار مصرفی

الف. یکی شیء گرانبه را با شیء ارزان یا یک بار مصرف جایگزین کنید و درباره ویژگیهای آن توافق کنید. (مثلاً طول عمر)

اصل ۲۸- جایگزینی سیستم مکانیکی

الف. سیستم مکانیکی را با یک سیستم نوری، اکوستیک، حرارتی یا یک سیستم دیگر جایگزین کنید.

ب. از میدان الکتریکی، مغناطیسی یا الکترومغناطیسی استفاده کنید.

ج. میدانهای زیر را تعویض کنید.

- پایدار با متحرک
- ثابت با متغیر که در طول مدت عوض می‌شود.
- شانس و اتفاقی یا ساختاریافته

د. از میدانهای مختلف در تداخل با ذرات فرومغناطیسی استفاده کنید.

اصل ۲۹- سازه‌های هیدرولیک یا پنوماتیک.

الف. قسمتهای صلب یک شیء را با گاز یا مایع جایگزین کنید. (اکنون این قسمتها می‌توانند توسط گاز یا مایع حرکت کنند) همچنین از بالشتکهای پنوماتیک و یا هیدرواستاتیک استفاده کنید.

اصل ۳۰- غشاء انعطاف پذیر یا لایه‌های نازک

الف. ساخت و سازهای مرسوم را با غشاء انعطاف پذیر یا لایه نازک جایگزین کنید.

ب. شیء را از محیط خارجی آن با یک غشاء انعطاف پذیر یا لایه‌های نازک ایزوله کنید.

اصل ۳۱- مواد متخلخل

الف. شیء را متخلخل کنید یا از عناصر خلل و فرج دار تکمیلی استفاده کنید (پوشش متخلخل و غیره)

ب. اگر شیء از پیش متخلخل است، خلل و فرج‌ها را از پیش با ماده‌ای پر کنید.

اصل ۳۲- تغییر رنگ

الف. تمایز رنگ یک شیء با محیط آن.

ب. تغییر درجه شفافیت شیء که دیدن آن مشکل است.





ج. استفاده از افزودنیهای رنگی برای مشاهده یا روند کاری که دیدن آن مشکل است.

د. اگر این افزودنیها قبلاً بکار رفته اند، از درخشان کننده‌ها استفاده کنید.

اصل ۳۳- همگن کردن

الف. اشیاء تداخل کننده با شیء اصلی باید از همان مواد یا مواد با ویژگیهای مشابه با شیء اصلی ساخته شوند.

اصل ۳۴- تعویض کردن و ترمیم دوباره قطعات

الف. هر قطعه بعد از تکمیل وظیفه خود یا بی فایده شدن یک عنصر در یک شیء تعویض می‌شود. (دورانداخته می‌شود، حل می‌شود، تبخیر می‌شود و غیره) و یا در ضمن روند کار اصلاح می‌شود یا دوباره تولید می‌شود.

ب. قطعات مستعمل و کهنه یک شیء باید در ضمن کار آن ترمیم شده و حفظ گردند.

اصل ۳۵- تغییر ویژگیها

الف. حالت فیزیکی سیستم را تغییر دهید.

ب. غلظت چگالی را تغییر دهید.

ج. درجه انعطاف پذیری را تغییر دهید.

د. درجه یا میزان حرارت را تغییر دهید.

اصل ۳۶- انتقال فاز

الف. استفاده از پدیده تغییر فاز. (مثلاً تغییر در حجم آزاد سازی یا جذب گرما و غیره)

اصل ۳۷- انقباض یا انبساط حرارتی

الف. انقباض یا انبساط مواد با تغییر درجه حرارت آنها.

ب. استفاده از مواد مختلف با ضریبهای مختلف حرارتی.

اصل ۳۸- شتاب دادن اکسیداسیون

شیء را از یک سطح اکسیداسیون به سطح بالاتر آن انتقال دهید:

الف. جایگزینی هوای محدود با هوای اکسیژن دار.

ب. جایگزینی هوای اکسیژن دار با اکسیژن خالص.

ج. جایگزینی اکسیژن خالص با اکسیژن یونیزه.

د. جایگزینی اکسیژن یونیزه با اکسیژن اوزون.

ه. جایگزینی اوزون با اکسیژن تک اتمی.

اصل ۳۹- محیط خنثی

الف. محیط عادی را با محیط خنثی جایگزین کنید.

ب. یک ماده خنثی یا افزودنی خنثی بداخل شیء وارد کنید.

ج. فرآیند را در خلاء انجام دهید.

اصل ۴۰- مواد مرکب

الف. مواد همگن را با مواد مرکب جایگزین کنید.



نحوه استفاده از ۴۰ اصل در حل مسائل اختراعی (ابداعی)

برای استفاده از اصول فوق الذکر ابتدا می‌بایست تضاد موجود پیدا شود. سپس با استفاده از جدول مربوطه بشرح ضمیمه اصولی که باعث رفع تضاد می‌شوند را پیدا نمود. با استفاده از یک یا چند اصل توصیه شده در جدول، روشی که موجب رفع تضاد می‌شود را خواهیم یافت. به عنوان مثال چنانچه خواهیم دستگاهی با اندازه‌گیری طول با دقتی در حد $10^{-6}m$ و یا دستگاه اندازه گیر زاویه در حد دقیقه را تولید نمائیم به مشکل تولید آن دستگاه در شرایط عادی برخورد خواهیم کرد. در واقع تضاد پدید آمده، ناشی از برخورد دو عامل ((دقت اندازه گیری)) و ((قابلیت ساخت)) می‌باشد.

برای یافتن راه حل رفع این تضاد به جدول یاد شده مراجعه می‌شود. تلاقی ردیف ۲۸ با ستون ۳۲ استفاده از ۴ اصل را پیشنهاد می‌کند. این اصول عبارتند از: اصل ۱، اصل ۳۵، اصل ۱۲، اصل ۱۸. انطباق صورت مسئله با اصول پیشنهاد شده حاکی از آن است که با توجه به شرایط حاکم بر مسئله، استفاده از اصول ۱ و ۳۵ راهگشا خواهد بود این اصول عبارتند از:

اصل ۱ - قسمت کردن

الف. تقسیم یک شیء به قسمت‌های مستقل.

ب. شیء را به چند بخش تقسیم کنید (برای سوار و پیاده کردن راحت قسمت‌های آن)

ج. درجه تقسیم پذیری شیء را افزایش دهید.

اصل ۳۵ - تغییر ویژگیها

الف. حالت فیزیکی سیستم را تغییر دهید.

ب. غلظت چگالی را تغییر دهید.

ج. درجه انعطاف پذیری را تغییر دهید.

د. درجه یا میزان حرارت را تغییر دهید.

هم اکنون دستگاهی وجود دارد که به آن کمپراتور مکانیکی گفته می‌شود. این دستگاه با استفاده از اهرم بندی‌های متوالی (قسمت کردن)، قطعات را با دقت $10^{-6}m$ اندازه‌گیری می‌کند. در واقع دستگاه یاد شده با اتکا به اصل ۱ قسمت کردن می‌باشد، طراحی شده است. دستگاه دیگری نیز با استفاده از اصل ۳۵ (تغییر ویژگی فیزیکی) در دانشگاه صنعتی امیر کبیر توسط نگارنده و آقای دکتر بیگلری عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی مکانیک ساخته شده است. این دستگاه موازی بودن دوسطح را با دقت دقیقه کنترل می‌کند. از آنجا که امکان ساخت دستگاهی که بصورت مکانیکی کار کند و دقت اندازه‌گیری آن در حد یاد شده باشد، در شرایط عادی وجود نداشت، دستگاه یاد شده براساس اصل ۳۵ و با تغییر ویژگی فیزیکی سیستم (استفاده از پرتو لیزری به جای قطعات مکانیکی) ساخته شد. دستگاه یاد شده با ابتکار آقای دکتر فریدرضا بیگلری، ترکیبی از پرتو لیزری و سیستم مکانیکی می‌باشد.

جمع بندی

مهندسی ارزش به ما می‌آموزد که از دست ندادن زمان، استفاده بهینه از منابع موجود و از جمله



بسیار قوی برای استفاده به موقع از منابع و نوآوری، «۴۰ اصل اختراعی ابداعی TRIZ» می‌باشد. این اصول به همراه سایر ابزارهای TRIZ مسیر ابداعات و اختراعات را کوتاه می‌نماید. پس از تشخیص تضاد که مانع حل مسئله مورد نظر می‌باشد با استفاده از جدول تضاد TRIZ، چند اصل از اصول ۴۰ گانه آلتشولر برای حل مسئله پیشنهاد می‌شود. انطباق یک یا چند اصل پیشنهاد شده موجب حل مسئله خواهد شد.

منابع و مراجع

۱. سلیمی نمین، محمد حسین. تعاریف مهندسی ارزش و کاربرد تکنیکهای پیشرفته در آن، دانشگاه الزهراء، همایش مهندسی صنایع، ۱۳۷۹.
۲. سلیمی نمین، محمد حسین، جایگاه RM و VE در مدیریت کیفی جامع، ۱۳۷۹
۳. سلیمی نمین، محمد حسین، چگونگی تلفیق مهندسی ارزش و مهندسی همزمان جهت دستیابی به حداکثر کارائی، صنایع نفت، اولین سمینار مهندسی ارزش، ۱۳۸۰.
4. Brown, James. Value engineering. Industrial Press Inc. 1992.
5. Altshuller, Genrich. 40 Principles: TRIZ Keys to Technical Innovation. Translated and edited by Lev Shulyak and Steven Rodman. Worchester, Masschusetts: Technical Innovation Center, 1997.
6. Kaplan, Stan. An introduction to TRIZ, the Russian Theory of Inventive Problem Solving. Indeation International Inc, 1996.
7. mann, D.L., Axiomatic Design and TRIZ: compatibility and Contradictions. TRIZ Journal, June and July 1999.
8. Royzen, Zinovy. Solving Contradictions In development of New Generation Products using TRIZ. The ASI Symposium, Total Product Development, 1995, Dearborn, Michigan.
9. Victor R. Fey and Eugene I. Rivin. The Science of Innovation – A managerial Overview of the TRIZ Methodology. TRIZ Group, 1997.

