

نوآوری در فناوری‌های ساخت با استفاده از مهندسی ارزش و الگوریتم تریز

محمد جعفری فشارکی*

۱. استادیار موسسه آموزش عالی آل‌طه، دانشکده فنی و مهندسی، مؤسسه آموزش عالی آل‌طه، تهران، ایران، m.fesharaki@ut.ac.ir

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۱/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۵

مهندسی ارزش متدولوژی سامانه‌مند و گروه‌گرایی است که با تجزیه و تحلیل کارکردهای محصول/ فناوری، تلاش می‌کند با ارزش‌ترین کارکرد، با صرف کمترین هزینه، بدون چشم‌پوشی از ایمنی، قابلیت اطمینان، قابلیت نگهداری و تعمیرات، کیفیت و سایر مشخصه‌های مطلوب محصول/ فناوری را در زمان کوتاه‌تر محقق سازد.

تریز روشی برای حل خلاقانه مسئله است. الگوریتم تریز (آریز) می‌تواند پایه و اساس یک متدولوژی ساخت‌یافته نوآوری باشد. آریز از جمله ابزارهایی است که امکان شناسایی همزمان کارکردهای مفید و زیان‌بار و مؤلفه‌های فیزیکی یک محصول و فناوری و ارائه بهبودیافته‌ترین کارکرد جایگزین برای آن را دارا می‌باشد.

ترکیب آریز و مهندسی ارزش در حل مسائل پیچیده طراحی مهندسی و همچنین با کاستن از دفعات سعی و خطا در مسیر ابداعات، به کاهش هزینه و تولید فناوری باکیفیت بالاتر، کمک شایانی می‌نماید. در این مقاله سعی بر اینست با هم‌افزایی قابلیت‌های این دو متدولوژی، امکان کاربری همزمان آنها را در حل مسائل نوآورانه، بهبود کارکرد و افزایش ارزش یک فناوری ساخت بررسی و چند سقف ابداعی جدید ارائه شود و نهایتاً سقفی که بالاترین شاخص ارزش را کسب کرده معرفی گردد.

واژگان کلیدی

نوآوری، فناوری‌های ساخت، مهندسی ارزش، تریز، آریز، الگوریتم، عرشه فولادی، سقف مرکب.

Innovation in construction technologies using Value Engineering and TRIZ Algorithm

Mohamad Jafari Fesharaki^a

^a Assistant professor, Department of Engineering, Ale Taha Institute of Higher Education, Tehran, Iran, m.fesharaki@ut.ac.ir

Abstract

Value Engineering (VE) has been a formalized tool for over 50 years, aimed at achieving cost-effectiveness in products and projects. VE is a systematic method designed to improve the "value" of goods, products, and services by examining their functions. Value is defined as the ratio of function to cost, which can be increased by enhancing functions or reducing costs. A core principle of VE is that basic functions must be preserved and not diminished while pursuing value improvements. This approach allows products to be designed to last only for their expected lifetime, avoiding unnecessary costs associated with higher-grade components, thus benefiting both manufacturers and consumers. Companies typically use the least expensive components that meet the product's lifetime projections to reduce costs.

TRIZ (Theory of the Solution of Inventive Problems) has been used for the last 35 years to foster technological innovation and inventive engineering. Developed by Genrikh Altshuller in the former Soviet Union, TRIZ is a systematic methodology that includes tools like ARIZ (Algorithm of Inventive Problems Solving), which consists of 85 step-by-step procedures to solve complex inventive problems. TRIZ's techniques, such as substance-field analysis and the 40 inventive principles, are designed to systematically overcome contradictions and promote innovative solutions.

This paper explores the integration of VE and TRIZ to enhance construction technologies and innovation. The proposed approach uses VE's practical procedure, the 2nd look VE Job Plan, to create solutions for technical problems and applies TRIZ techniques to resolve any contradictions in these solutions, while retaining their advantages. This method has been applied to improve a specific construction technology, the Composite Steel-Deck Floor, resulting in an ideal design that avoids cost waste and increases value during the product design and development process. By merging VE and TRIZ, the paper demonstrates a practical and effective approach to creating highly innovative solutions. This integrated methodology not only addresses technical problems more efficiently but also ensures that the solutions are cost-effective and high in value, ultimately enhancing the innovation power in construction technologies.

Article history:

Received: 29/02/2024

Revised: 05/04/2024

Accepted: 24/04/2024

Keywords

Innovation, Construction technologies, Value Engineering, ARIZ, TRIZ, Algorithm, Steel Deck, Composite Floor

۱. مقدمه

گنریش آلتشولر در سال ۱۹۴۶ نظریه خود را با عنوان «تئوری حل مسائل اختراعی» موسوم به تریز ارائه کرد. هدف اصلی وی پیدا کردن جایگزین‌های اثربخش تر روش‌های حل خلاق مسئله به صورت سنتی بود که بر اساس سعی و خطا ایجاد شده بودند. آلتشولر به دنبال کشف الگوهای اختراع از مدارک اصلی اختراعات ثبت شده بود. او سعی کرد فرایند اصولی را به وسیله راه‌حل‌های خلاقیتی که یافته بود کشف کند [۱۰]. امروزه تریز به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخه‌های علم خلاقیت شنا سی^۱، یک دانش پایه توانمند و قانونمند و منبع جامعی از روش‌ها برای یافتن و حل ابداعانه مسائل است. دانش خلاقیت‌شناسی تریز می‌تواند در دامنه‌ای از یک طیف مفهومی و گستره‌ای از تعاریف قرار بگیرد که یک انتهای آن نوعی جهان‌بینی خلاق یا رویکردی جامع به علوم و فناوری و انتهای دیگر آن انواعی از ابزارهای حل خلاق مسئله و فنون خلاقیت و نوآوری را شامل شود [۱].

مهندسی ارزش یک متدولوژی ساختاریافته برای اصلاح طراحی سیستم‌ها، به خصوص سیستم‌های فیزیکی و محصولات می‌باشد که با نگرش کارکردگرا^۲ وظایف مختلف مربوط به اجزای سیستم را، به صورتی سیستماتیک، مورد ارزیابی قرار می‌دهد و شرایط را برای ذهن متخصصین به منظور خلاقیت و تولید ایده‌های بکر و باارزش، در راستای اصلاح سیستم، فراهم می‌سازد [۳].

۲. ابزارهای متدولوژی تریز

ابزارهای متدولوژی تریز به دو دسته ابزارهای تحلیلی برای تعریف و ساختاردهی مسئله و ابزارهای مبتنی بر دانش، که پایگاه اطلاعاتی لازم برای خلق ایده‌ها را فراهم می‌آورند، تقسیم می‌شوند [۲].

۲-۱. ابزارهای تحلیلی برای تعریف و ساختاردهی مسئله

ابزارهای تحلیلی‌گرای تریز به منظور شناسایی و ساختاردهی مسائل در قالب دو دسته زیر تقسیم می‌شوند:

۲-۱-۱. پرسشنامه شناخت موقعیت‌های نوآوری:

به منظور پیاده‌سازی تریز باید مسئله به صورت صحیح تعریف و مختصات آن شناسایی شود. از این رو پرسشنامه شناخت موقعیت‌های نوآوری برای جمع‌آوری و مستند سازی اطلاعات لازم توسط تیم مجری تریز تهیه و تکمیل می‌شود. ایده‌پردازی توسط اعضای تیم به عنوان عاملی اساسی برای تکمیل این پرسشنامه به‌شمار می‌رود. اطلاعات مندرج در این پرسشنامه درباره موضوعات زیر است:

- سامانه‌ای که مایل به ایجاد یا بهبود آن هستیم و محیط پیرامونی آن (اسم، ساختار، کارکردها و دلیل اجرای آنها و محیط سامانه)؛
- موقعیت مسئله (تاریخچه پیدایش، ایجاد بهبودهای مطلوب یا حذف اثرهای فرایندی که باعث ایجاد مسئله شده است)؛
- تغییر دادن سامانه (تغییرات ممکن در سامانه و محدودیت‌هایی که برای تغییر سامانه وجود دارد)؛
- منابع موجود، تمام دارایی‌ها و موقعیت‌های درون سامانه و محیط اطراف آن که برای بهبود سامانه به کار گرفته می‌شوند. این منابع در ۶ سطح طبقه‌بندی می‌شوند: منابع کارکردی، اطلاعاتی، زمانی، مکانی، مواد و زمینه‌ها.
- تاریخچه راه‌حل‌های آزمایش شده روی مسئله (تلاش‌هایی که در گذشته برای سامانه‌هایی با مسائل مشابه انجام شده است)؛
- معیار انتخاب ایده‌های راه‌حل (مشخصات فنی و اقتصادی مطلوب، زمانبندی مطلوب و سطح نوگرایی مورد انتظار) [۶].

۲-۱-۲. فرموله کردن مسئله:

فرموله کردن به منظور ساختاردهی مسئله و تعیین کارکردهای مفید و زیان‌بار سامانه و رابطه بین آنها به کار برده می‌شود؛ با استفاده از این ابزار مسئله بر حسب تناقض‌های فنی بیان و سپس، این نکته بر سر می‌شود که آیا بهبود یک مشخصه فنی موجب بدتر شدن دیگر مشخصات فنی و ایجاد مسائل ثانویه دیگر می‌شود یا خیر. کارکردهای زیان‌بار شامل ورودی‌های نامطلوبی چون هزینه، انرژی

۱. Creatology

۲. Approach Functional

مصرف شده، آلودگی، خطر و فضای اشغال شده هستند. حالت ایدئال شرایطی است که فقط منافع وجود داشته باشد. از این رو، از نظر طراحی مهندسان باید به پیگیری منافع بیشتر و کاهش هزینه کار، مواد، انرژی و تأثیرات منفی بپردازند [۷].

۲-۲. ابزارهای حل مسئله مبتنی بر دانش

این ابزارها که به ابزار کلاسیک تریز نیز شهرت دارند به چهارگونه زیر تقسیم می‌شوند:

۲-۲-۱. تحلیل تناقض:

از این ابزار برای حل مسائلی که به شکل یکی از تناقض‌هایی که با انطباق پارامترهای ۳۹ گانه پدیدار شده است، استفاده می‌شود. این ابزار بیشترین کاربرد را در تریز کلاسیک دارا هستند. همه مسائل تکنیکی از نقطه نظر تریز حداقل دارای یک تناقض است. این موضوع بدان معناست که اگر برای مثال کارکرد الف به وقوع کارکرد ج نیازمند باشد و ایجاد کردن ج نیز به کارکرد ب لطمه وارد کند یا کارکرد منفی ب را به وجود آورد، این بدان معناست که ما با یک تناقض روبه‌رو شده‌ایم. تریز با به‌کارگیری جدول تناقض‌ها از اطلاعات موجود و اسناد ثبت اختراع برای پیدا کردن راه‌حل‌های احتمالی استفاده می‌کند [۸].

۲-۲-۲. ایدئال‌سازی:

این ابزار بیشتر در فرموله کردن و حل تناقض‌ها به کار می‌رود. در این ابزار حل مسئله با فرمول‌بندی آن آغاز می‌شود. این امر سبب می‌شود تا کارکردهای زیان‌بار و همین‌طور کارکردهای مفید مسئله مورد شناسایی قرار گیرند. از دریچه تریز، ایدئال بودن، نسبت مجموع کارکردهای مفید سامانه به مجموع کارکردهای زیان‌بار آن است. ایدئال بودن برای هر سامانه در اثر تغییراتی که موجب کاهش کارکردهای زیان‌بار آن سامانه می‌گردد، ایجاد می‌شود.

۲-۲-۳. الگوهای تکامل:

ابزار قدرتمندی برای تسهیل طراحی نسل‌های بعدی (آینده) یک محصول یا فرایند هستند.

۲-۲-۴. تحلیل شیء - اثر:

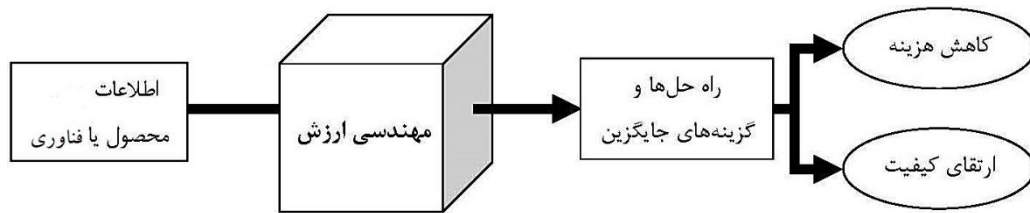
این ابزار برای ایجاد ایده‌هایی پیرامون طراحی‌های موجود مورد استفاده قرار می‌گیرد، که از دیگر حوزه‌های دانش برای طراحی‌های موجود استفاده می‌کند [۹]، [۴].

۳. برنامه کار مهندسی ارزش

۳-۱. شمای کلی فرایند مهندسی ارزش

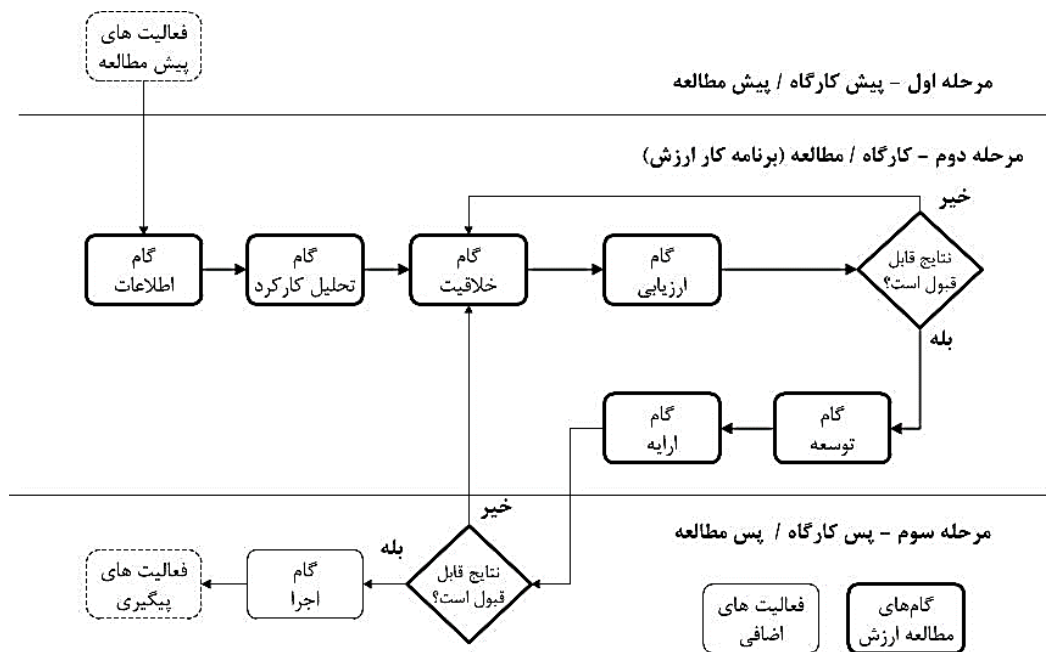
وقتی یک گروه کاری مهندسی ارزش برای برنامه‌ای تشکیل می‌شود این گروه مرکب است از حرفه‌های متنوعی از قبیل: مهندس طراح، مهندس سیستم، مهندس ساخت و تولید، مهندس ابزار، کارشناس بازرگانی و... که تحت راهنمایی یک سرتیم مهندس ارزش برای یک دوره یک تا چهار ماهه با هم کار خواهند کرد. این نیروهای کاری مانند کارآگاه در کار یکدیگر دخالت نخواهند کرد. آنها طوری عمل می‌کنند که انگار هر یک از آنها یک مهندس ارزش است و به اهداف خود به‌وسیله بحث‌های آزاد می‌رسند. به طوری که هر پیشنهاد مفیدی پذیرفته و مورد بحث قرار می‌گیرد بدون اینکه از آن انتقاد منفی شود [۱۰].

با دریافت اطلاعات فناوری یا محصول، ورودی مورد نیاز مهندسی ارزش فراهم شده و پس از انجام آن، راه‌حل‌ها و گزینه‌های جایگزین به‌عنوان خروجی مهندسی ارزش به منظور کاهش هزینه و ارتقا کیفیت فناوری یا محصول ارائه می‌گردد.



شکل ۱. شمای کلی مطالعه ارزش

فرایند مهندسی ارزش در قالب سه گام عمده انجام می شود که به ترتیب عبارتند از: ۱- گام پیش مطالعه؛ ۲- گام مطالعه اصلی؛ ۳- گام پس مطالعه (مطالعه تکمیلی). هر یک از این سه گام به فازها یا فعالیت های مهمی تقسیم می شوند که به تفکیک ارائه خواهند شد.



شکل ۲. مراحل مطالعه ارزش

۲-۳. مرحله پیش مطالعه

هدف از این مرحله برنامه ریزی و سازمان دهی مطالعه ارزش است. برخی فعالیت های لازم جهت حصول این هدف عبارتند از:

۱. اخذ موافقت مدیریت ارشد تیم و حمایت از برنامه کار، نقش ها و مسئولیت ها؛
۲. توسعه محدوده و اهداف مطالعه ارزش؛
۳. اخذ داده ها و اطلاعات فناوری؛
۴. اخذ مستندات کلیدی مانند تعریف محدوده کار، نقشه ها، مشخصات، گزارشات و ارزیابی فناوری؛
۵. تعیین و اولویت بندی مسایل راهبردی مورد نظر؛
۶. تعیین محدوده و اهداف مطالعه؛
۷. توسعه برنامه زمانی مطالعه؛
۸. انجام تحلیل های معکوس رقابتی^۳؛
۹. تعیین اعضای تیم ارزش؛
۱۰. حصول تعهد اعضای منتخب تیم جهت دستیابی به اهداف فناوری؛

۱۱. بررسی هزینه‌های فناوری؛
 ۱۲. جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز کاربر/ مشتری در مورد فناوری؛
 ۱۳. دعوت از تأمین‌کنندگان، مشتریان، ذینفعان جهت شرکت در مطالعه ارزش در صورت نیاز؛
 ۱۴. توزیع اطلاعات بین اعضای تیم جهت بررسی؛
 ۱۵. توسعه نمودارها و مدل‌های اطلاعاتی فناوری؛
 ۱۶. تعیین تاریخ، زمان، محل و سایر نیازهای مطالعه؛
 ۱۷. تعریف شفاف نیازمندی‌های مطالعه با مدیریت ارشد جهت دستیابی به نتایج موفقیت‌آمیز مطالعه ارزش.
- نتیجه مطلوب این مرحله درکی شفاف از نیازمندی‌های مدیریت ارشد، اولویت‌های راهبردی و چگونگی افزایش ارزش سازمانی به واسطه بهبود است. در طی این مرحله این دیدگاه شکل می‌گیرد که آیا گام‌های بعد احتمالاً ارزش کافی برای توجیه هزینه مطالعه را ایجاد می‌کند. ممکن است در این زمان نیاز به افزایش یا کاهش پارامترهای مطالعه باشد. اعضای تیم نسبت به اهداف فناوری مطلع بوده و جهت دستیابی به آنها متعهد می‌باشند [۵].

۳-۳. مرحله مطالعه اصلی

۳-۳-۱. گام اطلاعات:

- هدف از این گام درک و تعریف وضعیت فناوری موجود و محدودیت‌های اثرگذار بر نوآوری و همچنین تعیین اهداف مطالعه است. برخی فعالیت‌های لازم جهت حصول این اهداف عبارتند از:
۱. اخذ داده‌ها و اطلاعات و مستندات کلیدی فناوری مانند تعریف محدوده کار، نقشه‌ها، مشخصات، گزارشات، جزئیات اطلاعات هزینه‌ای فناوری، داده‌های کیفی، اطلاعات بازاریابی، نمودارهای جریان فرایند و غیره. برای این منظور می‌توان از ابزارهایی مثل توسعه تابع کیفیت^۴ و صدای مشتری^۵ استفاده کرد؛
 ۲. تعیین اولویت‌بندی مسائل راهبردی مورد نظر. همچنین تعریف محدوده و اهداف مطالعه (انتظارات). برای این منظور می‌توان از ابزارهایی مثل تحلیل سوات^۶ (قوت، ضعف، فرصت و تهدید) بهره گرفت؛
 ۳. ارائه طرح اصلی و یا ارائه مفاهیم طرح / محصول / فرایند توسط تیم ارزش؛
 ۴. انجام تحلیل معکوس رقابتی. برای این منظور می‌توان از ابزارهایی مثل مهندسی معکوس^۷، تحلیل دمونتاژ، تحلیل پارتو^۸، طراحی برای مونتاژ^۹ استفاده کرد؛
 ۵. تعیین برنامه زمانی مطالعه شامل تاریخ، زمان، محل و سایر نیازمندی‌ها؛
 ۶. توزیع اطلاعات فناوری جهت بررسی اعضای تیم؛
 ۷. درک محدوده، برنامه زمانی، بودجه، هزینه‌ها، ریسک، مسایل، عملکرد غیرمالی فناوری؛
 ۸. تأیید طرح مبنای اصلی فناوری؛
 ۹. تعیین کارکردهای سطح بالای فناوری.
- نتیجه: این گام همه اعضای تیم را به درکی عمومی و پایه از فناوری شامل موارد تاکتیکی، عملیاتی و ویژگی‌های موضوع مطالعه می‌رساند.

۳-۳-۲. گام تحلیل کارکرد:

۴. QFD: Quality Function Development

۵. VOC: Voice of Customer

۶. SWOT (strengths, weaknesses, opportunities and threats)

۷. Benchmarking

۸. Pareto Analysis

۹. DFA: Design For Assembly

هدف از این گام درک فناوری از منظر کارکردی است یعنی فناوری باید چه کاری انجام دهد به جای اینکه فناوری فعلی چگونه است. برخی فعالیت‌های لازم جهت حصول هدف این گام عبارتند از:

۱. تعیین کارکردهای فناوری با ابزاری چون تعیین تصادفی کارکردها (تعیین با نگاهی کلی و بدون تعیین اجزاء محصول یا فناوری)؛
 ۲. دسته‌بندی کارکردهای فناوری؛
 ۳. توسعه مدل کارکرد با ابزارهایی مثل نمودار تکنیک سیستمی تحلیل کارکرد^{۱۰} و درخت کارکرد؛
 ۴. اندازه‌گذاری مدل با پارامترهای هزینه‌ای، مشخصه‌های عملکرد و رفتار کاربر به منظور انتخاب کارکردهای نامنطبق بر ارزش^۵. جهت تمرکز گام خلاقیت. ابزارهای مورد استفاده این مورد عبارتند از: تحلیل هزینه به کارکرد (ماتریس کارکرد)، تحلیل عملکرد به کارکرد؛
 ۵. برآورد بهای کارکردها به منظور انتخاب کارکردهای نامنطبق بر ارزش و تمرکز خلاقیت بر آنها با ابزاری چون شاخص ارزش (هزینه کارکرد بخش بر بهای کارکرد).
- نتیجه: این گام تیم را بر تأیید تحقق نیازها و نیازهای مشتتری از فناوری متمرکز می‌کند. ضمناً درک جامع‌تری از فناوری را با تمرکز بر آنچه که فناوری انجام می‌دهد یا باید انجام دهد به جای آنچه که هست ایجاد می‌کند و در نهایت تیم، کارکردهای نامنطبق بر ارزش را برای تمرکز بر روی آنها به منظور بهبود فناوری مشخص می‌کند.

۳-۳-۳. گام خلاقیت:

هدف از این گام تولید تعدادی ایده در ارتباط با سایر روش‌های تحقق کارکردها است. برخی فعالیت‌های لازم جهت حصول هدف این گام عبارتند از:

۱. انجام تمرین‌های آمادگی خلاقیت؛
۲. به‌کارگیری قوانینی که فضای را برای خلاقیت مساعد می‌کنند مانند قوانین نامکتوب^{۱۱}؛
۳. به‌کارگیری تکنیک‌های انگیزش ایده‌پردازی گروهی؛
۴. تولید ایده‌های جایگزین با امکان بهبود ارزش به کمک تکنیک‌هایی چون طوفان فکری، تکنیک گوردون، تکنیک اسمی و تریز. نتیجه: تیم ارزش فهرستی از ایده‌ها را توسعه می‌دهد که گستره وسیعی از راه‌های جایگزین ممکن برای تحقق کارکردها را با هدف بهبود ارزش فناوری فراهم می‌کند.

۳-۳-۴. گام ارزیابی

هدف از این گام کاهش تعداد ایده‌ها و ارائه فهرست کوتاهی از پرپتانسیل‌ترین ایده‌ها برای بهبود و تحقق کارکردهای فناوری با لحاظ الزامات کیفی و محدودیت منابع است. برخی فعالیت‌های لازم جهت حصول هدف این گام عبارتند از:

۱. توضیح و دسته‌بندی هر یک از ایده‌ها به منظور ایجاد درکی مشترک؛
۲. بحث در مورد نحوه تأثیر ایده‌ها بروی پارامترهای عملکرد و هزینه فناوری با استفاده از ابزاری مثل جدول مقایسه^{۱۲}؛
۳. انتخاب و اولویت‌بندی ایده‌ها برای توسعه بیشتر به کمک ابزارهایی مانند: آنالیز پیو^{۱۳}، کپنر-ترگو^{۱۴}، محاسبات هزینه طول عمر^{۱۵}، انتخاب بر اساس مزایا^{۱۶} و استاندارد ارزش؛

۱۰. FAST: Function Analysis System Technique

۱۱. Ground Rules

۱۲. T-Chart

۱۳. Pugh Analysis

۱۴. Kepner-Tregoe

۱۵. LCC: Life Cycle Costing

۱۶. CBA: Choosing By Advantages

۴. توضیح چگونگی ثبت ایده‌ها به صورت پیشنهادات سرمایه‌گذاری صرفه‌ریسک مستقل^{۱۷}.
نتیجه: تیم فهرست متمرکزی از مفاهیم برای رسیدن به راه‌حل‌های ارزش‌محور با قابلیت اجرا در فناوری را تولید می‌کند.

۳-۵. گام توسعه:

هدف از این گام بررسی بیشتر و توسعه فهرست کوتاهی از ایده‌ها و توسعه مناسب آنها به گزینه‌های جایگزین ارزش است. برخی فعالیت‌های لازم جهت حصول هدف این گام عبارتند از:

۱. مقایسه نتایج مطالعه در مورد الزامات موفقیتی که در طی فازهای اطلاعات و تحلیل کارکرد تصویب شده است؛
 ۲. تهیه یک گزینه ارزش مستند برای هر یک از ایده‌های انتخاب شده برای توسعه بیشتر؛
 ۳. ارزیابی و منظور کردن قضاوت‌های ریسک و هزینه در موارد مورد نیاز؛
 ۴. انجام تحلیل هزینه به سود؛
 ۵. تهیه طرح‌ها و الزامات مورد نیاز برای انتقال مفاهیم؛
 ۶. تأیید ضرورت نیاز به توسعه بیشتر یک گزینه؛
 ۷. تهیه یک طرح اجرایی به منظور تعریف مراحل اجرا، تاریخ‌ها و مسئولیت‌ها برای هر یک از گزینه‌های ارزش.
- نتیجه: تیم مطالعه ارزش گزینه‌های جایگزین و سناریوها با ریسک کم، متوسط و بالا را ایجاد کرده و آنها را به‌عنوان انتخاب‌هایی که اهداف راهبردی پیش‌کارگاه را مشخص می‌کند، به مدیریت ارشد ارائه می‌کند.

۳-۶. گام ارائه:

هدف از این گام ارائه گزینه‌های ارزش است. برخی فعالیت‌های لازم جهت حصول این گام عبارتند از:

۱. تهیه ارائه و مستندات پشتیبان آن؛
 ۲. مقایسه نتایج مطالعه در مورد الزامات موفقیتی که در طی فازهای اطلاعات و تحلیل کارکرد تصویب شده است؛
 ۳. پیشنهاد سناریوهای خلاقانه صرفه - ریسک به مدیریت به منظور انتخاب گزینه‌های ارزش جهت اجرا؛
 ۴. تبادل اطلاعات با تیم ارزش؛
 ۵. اطمینان از اینکه مدیریت، اطلاعات کامل و واقعی برای تصمیم‌گیری دارد؛
 ۶. تهیه خلاصه پیش‌نویس نقشه‌های اجرایی؛
 ۷. تهیه گزارش رسمی.
- نتیجه: اطمینان از درک دلایل اساسی (اصلی) گزینه‌های ارزش توسط مدیریت و سایر ذینفعان کلیدی. همچنین ایجاد علاقه‌مندی به تعیین ضمانت اجرایی.

۳-۴. فعالیت‌های پس‌مطالعه

۳-۴-۱. گام اجرا^{۱۸}:

هدف از این گام حصول اطمینان از اجرایی شدن گزینه‌های ارزش پذیرفته شده و تحقق و تأیید مزایای برنامه‌ریزی شده مطالعه ارزش است. برخی فعالیت‌های لازم جهت حصول هدف این گام عبارتند از:

۱. بررسی گزارش اولیه؛
۲. برگزاری یک جلسه با موضوع پیاده‌سازی جهت تعیین صورت‌بندی هر یک از گزینه‌های ارزش؛
۳. ایجاد طرح‌های کسب‌وکار برای گزینه‌های پذیرفته شده و مستند کردن دلایل اصلی گزینه‌های مردود؛
۴. تعیین یک بازه زمانی برای بررسی و اجرای هر یک از گزینه‌های تیم ارزش؛
۵. تدوین مدل و طرح کسب و کار؛

۱۷. Stand-alone Risk-Reward Investment

۱۸. Implimentation Phase

۶. اقتصادسنجی کسب و کار؛

۷. راهاندازی کسب و کار.

نتیجه: کمیته ارزش تعیین می‌کند که چه مواردی به‌عنوان نتیجه مطالعه ارزش تغییر کنند. اینها تغییراتی در مفهوم اولیه یا طرح مبنای یک مطالعه هستند که از گزینه‌های ارزش منتج شده و در توسعه فناوری در آینده و یا فعالیتهای کسب و کار با آن ترکیب می‌شوند.

۳-۲. فعالیتهای پیگیری^{۱۹} مطالعه ارزش:

هدف از این فعالیتهای پیگیری اجرای نتایج مطالعه ارزش و بهبود کاربرد روش‌شناسی ارزش برای مطالعات آتی است. برخی فعالیتهای لازم جهت حصول هدف این فعالیتهای عبارتند از:

۱. تهیه گزارش از نتایج مطالعه، درس‌آموخته‌های گذشته، یا سایر موارد ثبت و یا پیگیری شده در اجرا؛

۲. تعیین نقاط فرصت‌های ازدست‌رفته؛

۳. مشخص کردن موانع نوآوری و یافتن علت وجود آنها؛

۴. کسب اطلاعات و ثبت درس‌آموخته‌ها؛

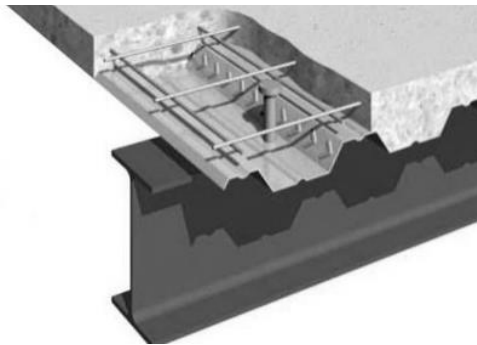
۵. یکپارچه‌سازی نتایج مطالعه ارزش با درس‌آموخته‌ها یا گزارش برنامه کسب و کار؛

۶. بازگشت به مطالعه ارزش و تفکر در مورد نحوه توسعه تجربه با قابلیت‌های جدید.

نتیجه: افراد با بازگشت به نظریاتشان قبل از مطالعه ارزش و مقایسه روش به نتیجه رسیدن موضوعات و اثبات چگونگی تأثیر دانش بر نحوه اعتقاد آنها بر نظریات اولیه خودشان، ارزش‌آفرینان بهتری می‌شوند. این یک گام مهم در فراگیری آن چیزی است که به بهتر شدن کسب و کارها در مدیریت نوآوری کمک می‌کند.

۴. کاربرد روش پیشنهادی

با استفاده از طوفان ذهنی، الگوریتم تریز و مهندسی ارزش روی سقف‌های عرشه فولادی سه فناوری سقف به شرح زیر ابداع و ثبت اختراع شد:



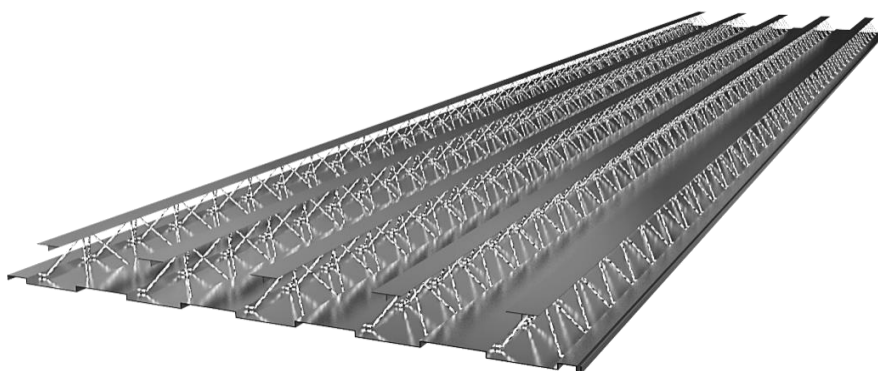
شکل ۳. سقف عرشه فولادی

۱. سقف مرکب بتنی با پروفیل فولادی از ورق نورد سرد خم شده



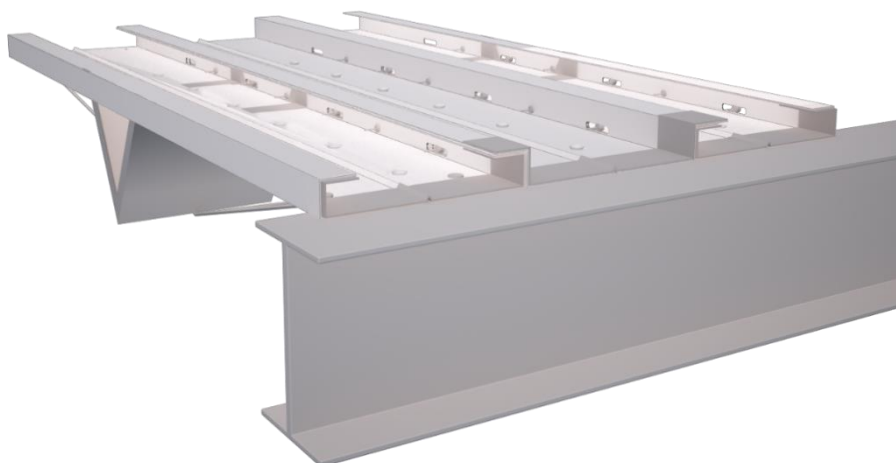
شکل ۴. سقف مرکب بتنی با پروفیل فولادی از ورق نورد سرد خم شده

۲. سقف مرکب از بتن و عرشه فولادی و خرپای میلگردی



شکل ۵. سقف مرکب از بتن و عرشه فولادی و خرپای میلگردی

۳. سقف مرکب ساخته شده از ورق‌های فولادی خم شده جفتی و عضو قائم فشاری و کابل‌های کششی و بتن



شکل ۶. سقف مرکب ساخته شده از ورق‌های فولادی خم شده جفتی و عضو قائم فشاری و کابل‌های کششی و بتن

سپس ۱۲ شاخص ارزش برای سقف تعیین شد و با استفاده از پرسشنامه به صورت زوجی با یکدیگر مقایسه شدند.

جدول ۱. شاخص ارزش برای سقف

شاخص ارزش	ردیف
مقاومت صوتی کوبشی و هوابرد	۱
تولید انبوه بدون اتکا به سفارش	۲
هزینه تمام شده سقف با احتساب پرت	۳
لرزش سقف تحت بار دینامیکی	۴
عدم نیاز به سقف کاذب	۵
ضخامت تمام شده سقف در یک مدول ۵*۵	۶
سرعت اجرا در محل	۷
سرعت ساخت در کارخانه	۸
سهولت اجرا توسط کارگر مبتدی	۹
مقاومت در برابر حریق	۱۰
ضریب باربری سقف (بار قابل تحمل به وزن)	۱۱
سهولت تخلیه و حمل توسط کارگر	۱۲

نهایتاً براساس فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی^{۲۰} برای هر چهار سقف (سه سقف ابداعی به همراه سقف عرشه فولادی) ماتریس تصمیم‌گیری چند معیاره تشکیل شد و با استفاده از نرم‌افزار AHP Solver شاخص ارزش هر سقف به دست آمد. سقف مرکب بتنی با پروفیل فولادی از ورق نورد سرد خم شده بالاترین شاخص ارزش را کسب کرد.

نتیجه‌گیری:

مطالعه مهندسی ارزش و متدولوژی تریز هر دو به بهبود عملکرد و کاهش هزینه‌ها در تولید و بهبود محصولات و فرایندهای سازمانی کمک می‌کنند، درحالی‌که مهندسی ارزش بیشتر تمرکز خود را بر روی بهبود عملکرد و کاهش هزینه‌ها متمرکز می‌کند، تریز بیشتر بر حل مسائل با استفاده از روش‌های خلاقانه و نوآوری تأکید دارد.

استفاده از ابزارها و روش‌های این دو متدولوژی امکان تحلیل و شناسایی مسائل، تعریف و ساختاردهی مسائل، و در نهایت ایجاد راه‌حل‌های نوآورانه و مؤثر را فراهم می‌کند. این دو متدولوژی‌ها به‌خاطر جامع بودن می‌توانند به صورت جداگانه یا به صورت ترکیبی استفاده شوند، به‌ویژه در مواقعی که نیاز به رویکردهای گوناگونی برای حل مسائل و بهبود فرایندها وجود دارد.

منابع

1. Golestan Hashemi, Seyed Mehdi, Introduction to the Science of Creativity, Jihad Daneshgahi, Isfahan University of Technology, 2003 (In persian).
2. John Terninko, Alla Zusman, and Boris Zlotin; Systematic Innovation: An Introduction to TRIZ; translated by Mostafa Jafari and colleagues, Rasa Cultural Services Institute, 2001 (In persian).
3. Abdollah Pournajdi, Shahryar, 2001, Creativity in Value Engineering, First National Conference on Value Engineering, Tehran, Amirkabir University of Technology (In persian).
4. Terninko, John, Alla Zusman, Boris Zlotin, "Systematic Innovation: An Introduction to TRIZ" translators: Mostafa Jafari and colleagues, Rasa Cultural Services Institute, 2001 (In persian).
5. Value Engineering, City of Knowledge Book, authored by Mohammad Pourreza, Mohammad Hadi Zolanvarian,

Seyed Erfan Atri, published by Tehran Urban Planning and Research Center (In persian).

6. Zinovy Royzen; "Application TRIZ In Value Management And Quality Improvement"; International Conference Of The Society Of American Value Engineering , Fort Lauderdale , Florida , 1993.
7. C. bernerd Dull; "Comparing And Combining Value Engineering and TRIZ Techniques "; Save International Conference Proceedings, 1999.
8. W.clarker Dana, "Integrating TRIZ with Value Engineering: Discovering Alternative to Traditional Brain Storming and the Selection and Vse of Ideas", Save International Conference Preceding, 1999.
9. Hannan Donald, "Value Methodology, Creative Problem Solving Strategies And TRIZ", Save International Conference Proceeding, 2000.
10. Brown, James. Value engineering. Industrial Press Inc. 1992.
11. Stan Kaplan; An Introduction to TRIZ: The Russian Theory of Inventive Problem Solving; Ideation International Inc.1998.