

## کاربرد VE و TRIZ در مدیریت پروژه

دکتر سیامک نوری

عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت ایران

مهندس سیدعلیرضا شجاعی

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع مدیریت سیستم و بهره‌وری دانشگاه علم و صنعت

[Alirezashojaei@yahoo.com](mailto:Alirezashojaei@yahoo.com)

مهندس محمود کریمی

عضو هیات مدیره موسسه مطالعات نوآوری و فناوری ایران

[karimi@iiits.org](mailto:karimi@iiits.org)

واژگان کلیدی: مدیریت پروژه، کاهش هزینه، مشکل، مساله، حل مساله، مهندسی ارزش، TRIZ، نوآوری  
نظام‌یافته.

### چکیده:

با وجود برنامه‌ریزی‌های علمی و دقیقی که برای پروژه‌های بزرگ و کوچک صورت می‌پذیرد، مواجهه با مشکلات و مسایل در دوره عمر پروژه‌ها، امری اجتناب‌ناپذیر و طبیعی است. مشکلاتی که از بدو کار قابل پیش‌بینی هستند و یا آن‌که غیرمترقبه و ناخواسته رخ می‌دهند.

فایده آمدن بر این مشکلات، معمولاً به واسطه تجربه‌های فردی و ذکاوت دست‌اندرکاران هر پروژه و به شیوه حل موردی، صورت می‌پذیرد. در حالی که تکنیک‌های توانمند حل مساله و نوآوری نظام‌یافته، می‌توانند رویکردی جدید را فرا روی مدیران و کارشناسان پروژه‌ها قرار دهند. رویکردی که تهدیدهای پیش روی پروژه را به فرصت، و ضعف در مواجهه با مشکلات را، به قوت در حل خلاقانه آنها بدل می‌کند.

از جمله مطرح‌ترین و قدرتمندترین ابزارهای حل مساله، TRIZ و VE هستند که با قدمتی ۶۰ ساله به یاری صاحبان مساله‌ها می‌آیند و آن‌ها را از گرفتاری‌های مشکلات، رهایی می‌دهند. در این مقاله به معرفی و چگونگی به‌کارگیری این دو متدولوژی توانمند در مدیریت یک پروژه - با هر ماهیتی که باشد - می‌پردازیم.

## مقدمه

در گذشته دور، نخبگانی در جوامع یافت می‌شدند که به مجموعه علوم روزگار خویش اشراف داشتند. دانشمندانی چون خیام و ابن سینا در ایران و کسانی نظیر افلاطون و ارسطو و یا معاصرترهایی چون لئوناردو داوینچی در سرزمین‌های دیگر، از جمله این علامگان هستند. تحولات صورت گرفته و پیشرفت‌های پر شتاب و چشم‌گیر علمی و فناوری، چنین مجالی برای تعمق در علوم را از پژوهشگران امروزی سلب کرده است. امروزه تخصص در یک یا چند زمینه اصلی و عمیق شدن در آن و به موازات این امر، اطلاع از دیگر عرصه‌ها و تعامل آن‌ها با زمینه(های) اصلی انتخابی، راهی است که پیش روی ما قرار دارد.

دانش مدیریت پروژه، دوران بلوغ و تکامل خود را طی می‌کند. کمبود منابع، بزرگی و پیچیدگی سازمان پروژه‌ها، افزایش ابعاد پروژه، تشکیل شرکت‌های بزرگ و حتی چند ملیتی برای انجام پروژه‌های بزرگ و ماهیت منحصر به فرد این پروژه‌ها، از جمله دلایل به کارگیری شیوه‌های نوین برای مدیریت پروژه است. این دانش در شرایط کنونی کشور ما به واسطه جدیت و اهمیت پروژه‌های متعددی که در حال اجرا یا برنامه‌ریزی هستند، مورد توجه خاص قرار گرفته است. انجام موفق یک پروژه، در وهله اول مرهون توانمندی‌ها و مهارت‌های سازمان دست‌اندرکار پروژه و در اولویت‌های بعد، وابسته به منابع مالی و سخت‌افزاری (تجهیزات) آن است.

برای به سرانجام رساندن پروژه‌ها، معمولاً مدیران پروژه‌ها، از میان کسانی انتخاب می‌شوند که طی طریق مسیر پر فراز و نشیب پروژه را به خوبی بشناسند و با دانش و درایت خویش، بتوانند مجموعه منابع کاری پروژه (شامل منابع انسانی، تجهیزات و مواد و منابع مالی، اطلاعاتی و ...) را در خدمت نیل به اهداف آن به کار گیرند. بدین ترتیب، موفقیت زمانی حاصل خواهد شد که پیشرفت‌های پروژه، با برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته آن، سازگاری داشته باشند و فعالیت‌ها مطابق با واقعیت‌هایی که از قبل در برنامه‌ها دیده شده‌اند، انجام شوند. موفقیت در مدیریت پروژه، مستلزم مدیریت بر تعامل بین محدوده‌ها، برای نیل به اهداف پروژه به بهترین روش ممکن است. [۱]

اما متأسفانه شواهد و واقعیت‌ها، گویای چیز دیگری است: تاخیر!

کمتر پروژه‌ای را سراغ داریم که میزان پیشرفت فیزیکی و مالی‌اش با برنامه آن مطابقت داشته باشد. بخشی از این عدم انطباق به واسطه ضعف در برنامه‌ریزی و تدارکات است و بخش دیگری حتما ناشی از بروز مسایل و مشکلاتی است که به صورت پیش‌بینی نشده در حین انجام پروژه به وجود می‌آیند و از پیش برای مقابله با آن‌ها تدبیری اندیشیده نشده است. مشکلاتی که نهایت سعی سازمان پروژه در پیشگیری از بروز آن‌ها، ناکام می‌ماند و گذشت زمان و تحولات فن‌آوری و تغییر شرایط محیطی و اجتماعی، ممکن است طرح‌هایی را که در یک مقطع زمانی دارای توجیه فنی و اقتصادی بوده‌اند، در شرایط جدید توجیه ناپذیر سازد.

قصد این مقاله، آگاه‌سازی مدیران و ذی‌نفعان پروژه‌ها از توانمندی‌های دو تکنیک قدرتمند حل خلاق مساله و ارایه‌کننده راه‌حل‌های اجرایی است. تکنیک‌هایی که فراتر از یک ابزار عمل می‌کنند و با ویژگی‌های منحصر به فرد خود، نه تنها مشکلات را حل می‌کنند، بلکه نتیجه‌ای بیش از انتظار را فرا روی تیم حل مساله قرار می‌دهند. این دو تکنیک، تئوری حل مساله به روش ابداعی یا TRIZ و مهندسی ارزش یا Value Engineering نام دارند. جالب آن است که تولد هر دو این‌ها در یک مقطع زمانی و در دو نقطه متفاوت این کره خاکی مقارن بوده است و هر دو با عمری نزدیک به ۶۰ سال، تنها ۱۰ سال از دانش مدیریت پروژه نوین - که پنجاه سال سن دارد - بزرگ‌تر هستند. [۲]

## تعریف‌ها

۱. پروژه: مجموعه تلاش‌های موقتی برای تحقق یک تعهد و ایجاد یک محصول یا ارایه خدمات مشخص است. اصطلاح «موقتی» بدین معنا است که پروژه‌ها در زمان‌های معین شروع می‌شوند و خاتمه می‌یابند. اصطلاح «مشخص» نیز به مفهوم این است که خدمت یا محصول مورد نظر، کاملاً تعریف شده و روشن بوده و از دیگر موارد مشابه متمایز است. هر پروژه در زمان مشخصی شروع می‌شود و در زمان مشخصی هم به پایان می‌رسد. به هر حال زمان هیچ پروژه‌ای نامحدود نبوده و پروژه یک تلاش مداوم نیست. [۱]

با این وصف، همه این‌ها می‌توانند نمونه‌ای از یک پروژه باشند:

- توسعه و یا تولید محصول یا خدمتی جدید؛

<sup>1</sup> Project

- اثر بخش نمودن ساختار، منابع انسانی و شیوه کار سازمان؛
- طراحی یک وسیله حمل و نقل جدید؛
- ایجاد یک سیستم اطلاعاتی جدید؛
- ساختن یک ساختمان یا تجهیز؛
- انجام یک مبارزه انتخاباتی برای یک گروه سیاسی؛
- اجرای یک سیاست جدید تجاری.

۲. مدیریت پروژه<sup>۲</sup>: به‌کارگیری دانش، مهارت‌ها، ابزار و تکنیک‌های لازم در اداره جریان اجرای فعالیت‌ها، به منظور رفع نیازها و انتظارات متولیان از اجرای پروژه است. این انتظارات در سه بخش مختلف زیر متبلور می‌شود:

- محدوده زمان، هزینه و کیفیت پروژه؛
- متولیان، نیازها و انتظارات گوناگون آن‌ها؛
- نیازهای مشخص<sup>۳</sup> و انتظارات نامعین<sup>۴</sup> در پروژه. [۱]

PMI (انجمن مدیریت پروژه آمریکا)، محدوده مدیریت پروژه را به ۹ گروه تقسیم کرده است:

۱- مدیریت یکپارچگی پروژه ۲- مدیریت محدوده پروژه ۳- مدیریت کیفیت پروژه ۴- مدیریت هزینه پروژه ۵- مدیریت زمان پروژه ۶- مدیریت منابع انسانی پروژه ۷- مدیریت ریسک پروژه ۸- مدیریت تدارک پروژه ۹- مدیریت ارتباطات پروژه

۳. مهندسی ارزش<sup>۵</sup>: رویکردی است گروهی، نظام‌مند<sup>۶</sup>، کارکردگرا<sup>۷</sup> و دارای کاربرد حرفه‌ای که برای ارزیابی و بهبود ارزش یک محصول، طراحی یک وسیله، یک سیستم و یا اجرای پروژه‌های صنعتی، عمرانی و خدماتی به‌کار گرفته می‌شود. [۳]

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 می‌دهد و به ارزش سرمایه‌گذاری می‌افزاید. [۴]

این متدولوژی در سال ۱۹۴۷ توسط لورنس دی. مایلز<sup>۸</sup> از کارشناسان ارشد خرید شرکت جنرال الکتریک آمریکا، ابداع شد. پس از جنگ جهانی دوم، صاحبان صنایع به دنبال مواد و روش‌های جایگزینی بودند که بتوانند بدون افت کیفیت هزینه محصولات تولیدی خود را پایین آورند. چنین تفکری منجر به یافتن شیوه‌ها و روشی شد که متدولوژی آن با نام مهندسی ارزش معروف گشت. مهندسی ارزش به مرور زمان و به سرعت در سراسر دنیا ترویج یافته است.

۴. تئوری حل مساله به روش ابداعی<sup>۹</sup>: دانش جامعی است در برگیرنده فلسفه فکری و پنج ستون اصلی تفکر، متدولوژی تعریف و حل مساله و مجموعه دوازده ابزار مختلف که بنا به نیازهای مساله به کمک فرد یا تیم حل مساله می‌آید. TRIZ مشکلات را با طرح چند پرسش اساسی در قالب مساله تعریف می‌کند و سپس با استفاده از ابزارهای خود به تحلیل ارتباط مساله موجود با مساله‌های مطرح در رده‌های بالاتر و پایین‌تر آن می‌پردازد و با تعیین سطح کنونی مساله، ابزار پیشنهادی حل آن را ارائه می‌کند.

پیدایش TRIZ به سال ۱۹۴۷ و کشور شوروی سابق باز می‌گردد. جایی که گنریش سائولوویچ آلتشولر<sup>۱۰</sup>، مهندس مکانیک و کارمند اداره ثبت اختراعات نیروی دریایی به یافتن رموز اختراع‌های ثبت شده و کشف وجوه مشترک پشت پرده و رسیدن به نوآوری‌ها کنجکاو شد.

<sup>2</sup> Project Management

<sup>3</sup> needs

<sup>4</sup> expectations

<sup>5</sup> Value Engineering

<sup>6</sup> systematic

<sup>7</sup> function oriented

<sup>8</sup> Lawrence D. Miles

<sup>9</sup> Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch (TRIZ) = Theory of Inventive Problem Solving (TIPS).

<sup>10</sup> Genrich Saulovich Altshuller

وی از صد و پنجاه سند اختراع شروع کرد و با کمک تیمش بیش از دو میلیون سند اختراع را بررسی نمود و پس از جمع‌بندی نتایج این پژوهش گسترده TRIZ را به همگان معرفی کرد. دانش، تکنیک و ابزاری که به طور قطع، از پس حل هر مشکل و مسأله‌ای بر می‌آید. توسعه TRIZ با مهاجرات متخصصان آن به آمریکا و اروپا و فروپاشی نظام حاکم بر شوروی سابق سرعت گرفت. امروزه بسیاری از نوآوری‌ها و اختراعات و جهش‌های علمی و فناوری به مدد به‌کارگیری دانش TRIZ رخ می‌دهد.

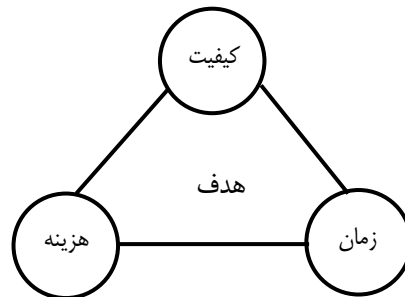
### مدیران پروژه

مدیران پروژه در مسیر انجام کار خود با بسیاری از امور نامعلوم و نامشخص روبرو هستند و قدرت خلاقیت و تطابق با شرایط، راهگشای مدیریت پروژه خواهد بود. اگر مدیران پروژه فقط بر روش‌ها و تجارب دیگران تکیه کنند، خیلی زود شکست خواهند خورد. تاخیر در برنامه‌های زمانی پروژه، افزایش هزینه‌های اجرایی واقعی نسبت به بودجه پیش‌بینی شده، دوباره‌کاری‌ها و استفاده نادرست از کارشناسان واحدها در اجرای پروژه، و تحمل خسارت‌های مادی و معنوی ناشی از عدم تحقق اهداف پروژه، برخی از مهمترین آثار و نشانه‌های مدیریت ضعیف پروژه به حساب می‌آید.

از این رو یکی از ویژگی‌های اصلی مدیران پروژه، قابلیت حل مسأله است. به عبارتی فرد باید دارای خلاقیت و ابتکار، توان جمع‌آوری درست و کامل اطلاعات، تفکر تحلیلی بالا و دور اندیشی باشد. مدیر پروژه باید هنگام روبرو شدن با موانع و محدودیت‌ها از قدرت ابتکار و خلاقیت استفاده کند، ریسک‌های حساب شده انجام دهد، برای غلبه بر مشکلات و دستیابی به راه حل آنها ایستادگی و صبر داشته باشد و برای اجرای هر کار، هر تلاش ضروری را بکار بندد.

### چرا TRIZ و VE مسأله‌های پروژه را حل می‌کنند؟

پروژه کاری است جدید که در چارچوب زیر قرار می‌گیرد:



شکل ۱. چارچوب کلی پروژه

پروژه‌ها اصولاً بر مبنای مدت، هزینه، پیچیدگی، ارزش اقتصادی، ریسک و سایر معیارها دسته‌بندی می‌شوند. در طول عمر پروژه همواره هزینه‌ها یکی از مهم‌ترین مسایل مدیران پروژه هستند. زمان نیز بسیار حائز اهمیت است، چون آن را نمی‌توان بوجود آورد و حتی اگر از آن استفاده هم نشود مصرف می‌شود. هزینه و زمان معین تا حدی در تعامل با یکدیگر بوده و به نوعی با هم معامله می‌شوند. یعنی اگر زمان را کاهش دهیم معمولاً در نتیجه هزینه‌ها افزایش می‌یابد. بدین ترتیب اگر رویکرد و نگرش این دو تکنیک حل مسأله (مهندسی ارزش و TRIZ) را در سازگاری با چارچوب پروژه بیابیم می‌توانیم به اثربخشی آن‌ها در حل مشکلات پروژه‌ها مطمئن‌تر شویم.

### عوامل شکست پروژه

برای عدم موفقیت و حصول نتیجه در پروژه‌ها عوامل و دلایل زیادی را برشمرده‌اند که از آن جمله می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

۱. عدم رضایت مشتری.
۲. خارج شدن پروژه از اولویت پس از مدت کوتاهی و کاهش اهمیت آن.
۳. عدم مسوولیت‌پذیری در قبال پروژه.

۴. خوشبینانه بودن بسیار زیاد برنامه‌ریزی.
۵. تامین نشدن منابع کافی.
۶. اداره نشدن امور پروژه بر اساس برنامه.
۷. نبود طرح مشخص ارتباطی و عدم مدیریت درست ارتباطات.
۸. تغییر در اهداف اولیه و اصلی پروژه.
۹. نبود فرآیند درست و به‌موقع مدیریت تغییر.

موارد زیادی از نیازهای جدید نیز وجود دارد که باعث تغییراتی در روند پروژه می‌شوند. تغییرات بازار، درخواست‌های مشتری، قوانین فدرال و یا منابع دیگر می‌توانند عامل تولید این نیازمندی‌ها و به تبع آن تغییر در روند پروژه باشند.

### دلایل افزایش هزینه و طول عمر در پروژه‌ها

دلایل زیادی برای ایجاد هزینه‌های غیرضروری در طرح‌ها و در نتیجه پایین آمدن ارزش آنها وجود دارد. هزینه‌های غیر ضروری، آن دسته از هزینه‌هایی هستند که به شکل معنی‌داری در تولیدی که خود به آن تعلق دارند، اثر نمی‌گذارند. به عبارتی دیگر، هزینه‌ای غیر ضروری است که در بهبود کیفیت، زیبایی، راحتی و سایر فاکتورهای مورد توجه استفاده کنندگان، مؤثر نباشد. عمده‌ترین عواملی که موجب کاهش ارزش پروژه‌ها یا تحمیل هزینه‌های زیاد در مراحل مختلف طراحی، ساخت، اجرا و بهره‌برداری می‌شود، عبارتند از: کمبود اطلاعات، باورها و ایده‌های نادرست، تفکر مبتنی بر عادت‌ها و سنت‌ها، قضاوت‌های منفی، کمبود وقت، ضعف در روابط انسانی و هماهنگی، تغییر در خواسته‌ها و نیازها، پرهیز از ریسک، طراحی و تخمین بیش از حد نیاز، فقدان یا کمبود منابع مالی و کمبود پیشنهادها.

شناسایی هزینه‌های غیر ضروری، اضافی و پنهان و رفع آنها از جمله توانمندی‌های دو تکنیک VE و TRIZ به‌شمار می‌رود.

### رویکرد و روش کار مهندسی ارزش

رویکرد مهندسی ارزش در حل خلاق مساله، رویکردی مبتنی بر کارکرد<sup>۱۱</sup> است.

کارکرد، کاری است که به واسطه آن وجود پروژه یا محصول معنی پیدا می‌کند. کارکرد، مقصد و هدف اصلی از انجام پروژه و تولید محصول است.

کارکردها در طول تاریخ ثابت هستند. آنچه تغییر می‌یابد، روش‌ها و شیوه‌ها و ابزار انجام آنها است که به مرور زمان و با پیشرفت دانش بشری و فناوری‌ها دست‌خوش دگرگونی و نوآوری می‌شود. مثلاً «برقراری ارتباط» یا «پخت مواد غذایی» کارکردهایی هستند که همواره در دوران مختلف با اتکا به ابزار و امکانات و شیوه‌های شناخته شده انجام شده، می‌شوند و خواهند شد. خود این کارکردها تغییری نداشته‌اند بلکه راه‌های نیل به آنها تغییر کرده است.

در مهندسی ارزش، خلاقیت را روح و تحلیل کارکرد را قلب تپنده این متدولوژی می‌دانند. [۳]

از این رو، پس از تعریف وضع موجود پروژه و مشکل آن در فاز اطلاعات<sup>۱۲</sup>، در فاز دوم متدولوژی یعنی تحلیل کارکرد<sup>۱۳</sup>، اجزای پروژه را به تفکیک تعریف می‌کنند و سپس کارکرد هر یک را با توجه به اصل و الزام دو کلمه‌ای بودن کارکرد (یک مصدر فعل معلوم<sup>۱۴</sup> در کنار یک اسم قابل شمارش<sup>۱۵</sup>) تعریف می‌کنند. پس از آن با توجه به اصلی، پشتیبان یا غیرضروری بودن آن کارکرد<sup>۱۶</sup> و تعیین میزان هزینه‌ای که در پروژه برای تامین هر کارکرد صرف می‌گردد، کل پروژه در قالب نموداری موسوم به نمودار FAST<sup>۱۷</sup> ترسیم می‌شود. در این فاز، گذار از اجزا و اقلام فیزیکی پروژه به کارکردهای آنها صورت می‌گیرد و از این پس دیگر تأکیدی بر اجزا نیست، چرا که وجود هر جزء تنها به دلیل

<sup>11</sup> function

<sup>12</sup> Information Phase

<sup>13</sup> Function Analysis Phase

<sup>14</sup> Active verb

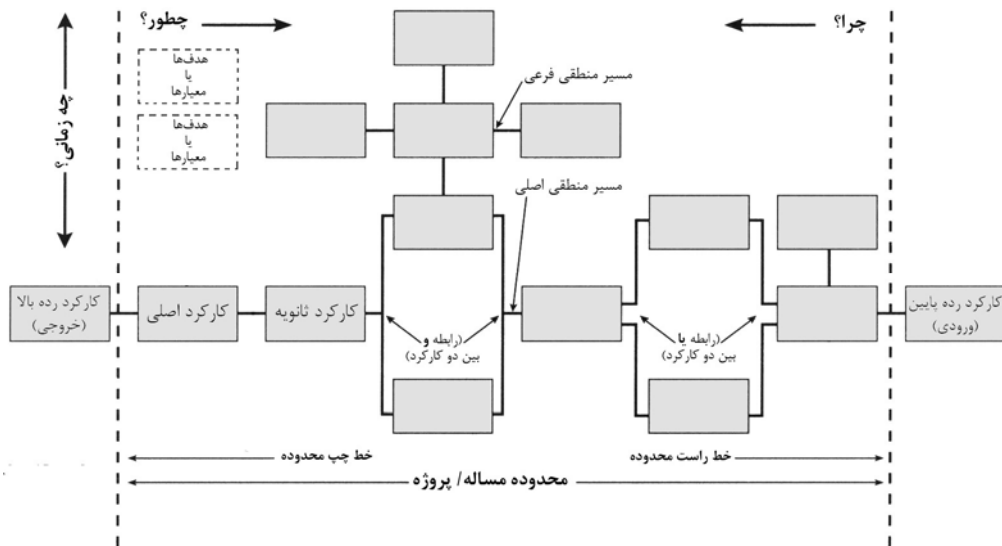
<sup>15</sup> Measurable noun

<sup>16</sup> Basic, secondary or unnecessary function

<sup>17</sup> Function Analysis System Technique

انجام کارکردش بوده و در ادامه متدولوژی نیز هدف ما یافتن شیوه‌های دیگر انجام همان کارکرد (بدون کاهش سطح کیفیت و عملکرد آن) با به کارگیری خلاقیت و تکنیک‌های آن است.

نمودار FAST با سه پرسش منطقی اصلی «چرا؟»، «چگونه؟» و «چه زمانی؟» رابطه سیستمی کارکردها را در پیراسته‌ترین حالت ممکن برای اعضای تیم مهندسی ارزش بازگو می‌کند. در گام بعد، با توجه به تحلیل پارتو<sup>۱۸</sup>ی هزینه‌های کارکردها، آن ۲۰٪ کارکردی که ۸۰٪ هزینه‌ها را به خود تخصیص داده‌اند شناسایی می‌شوند و به عنوان محور تمرکز و ادامه مطالعه مهندسی ارزش به فاز بعد راه می‌یابند. این تحلیل می‌تواند با توجه به شرایط مساله برای زمان کارکردها نیز انجام شود.



شکل ۲. نمونه کلی نمودار FAST تکنیکی

فاز بعدی، فاز خلاقیت<sup>۱۹</sup> است. تمرکز فاز خلاقیت مهندسی ارزش، بر ایده‌پردازی و ارایه راه‌حل‌های مختلف انجام کارکردهای منتخب است. یعنی همان کارکردهای نتیجه‌گیری شده از نمودار پارتوی فاز تحلیل کارکرد. طوفان فکری<sup>۲۰</sup> متداول‌ترین تکنیک مورد استفاده در این فاز است.

در ادامه متدولوژی و در فاز ارزیابی<sup>۲۱</sup> این راه‌حل‌ها غربال می‌شوند. آن چه در نهایت به فاز توسعه<sup>۲۲</sup> راه می‌یابد تا سناریوها را شکل دهد راه‌حلی است که مرتبط با پروژه‌اند، انجام‌پذیرند، ساده به نظر می‌آیند، هزینه کمی دارند، کارفرما نیز آنها را می‌پذیرد و خلاصه جمع ویژگی‌های مثبت را دارا هستند. راه‌حل‌های پرهزینه‌تر، دشوارتر و ... در اولویت‌های بعدی قرار دارند.

چنین راه‌حلی در کنار یکدیگر، یک یا چند سناریوی جدید را برای انجام پروژه با همان کارکردها، اما با روش و ابزاری جدید و هزینه کمتر و حفظ یا ارتقای کیفیت شرایط کنونی شکل می‌دهند. در پایان نیز با استفاده از روش‌های آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره، نظیر «ماتریس وزنی رتبه‌ای»<sup>۲۳</sup> یا «ارزیابی عددی به روش مقایسه زوجی»<sup>۲۴</sup>، سناریوها با توجه به معیارها و اهداف مدنظر ذی‌نفعان اصلی پروژه ارزیابی می‌شود و راه‌حلی کاملاً عملی با مشخص بودن تمام معیارهای کمی (مالی و ...) و کیفی توسط تیم مطالعه پیشنهاد می‌گردد. این پیشنهاد در فاز آخر، یعنی فاز ارایه<sup>۲۵</sup> به صورت حضوری - شفاهی<sup>۲۶</sup> و کتبی تدوین و ارایه می‌شود.

<sup>18</sup> Pareto Analysis or Pareto Chart

<sup>19</sup> Creativity Phase

<sup>20</sup> Brainstorming

<sup>21</sup> Evaluation Phase

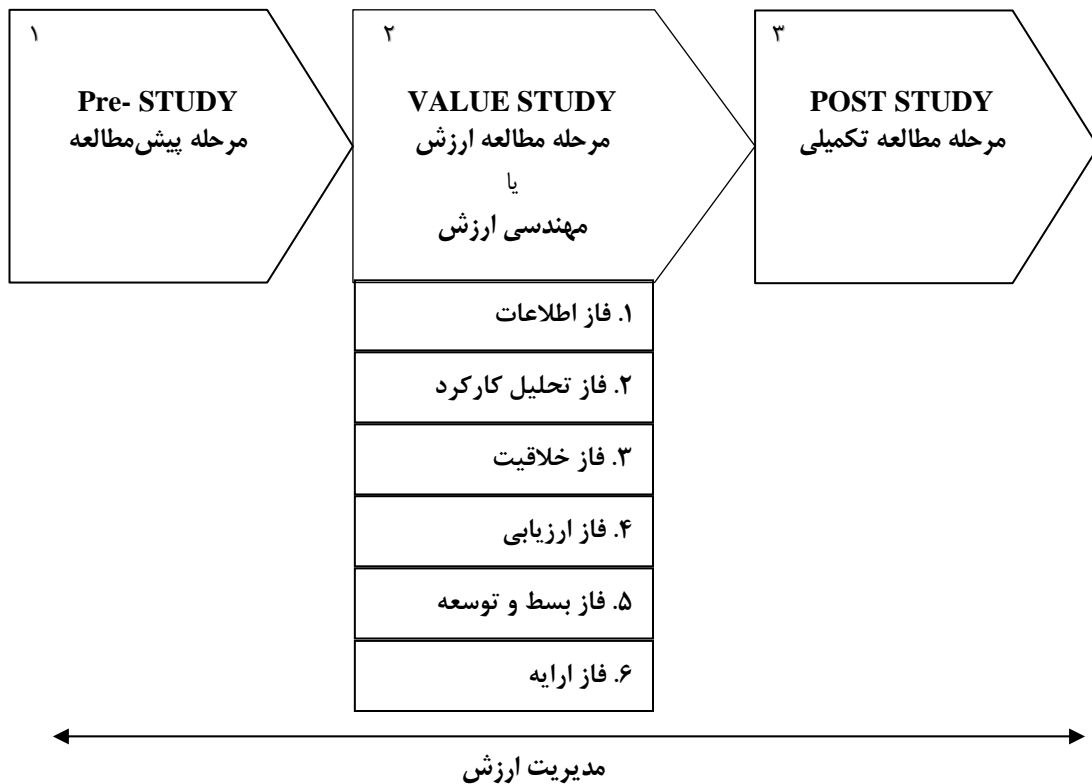
<sup>22</sup> Development Phase

<sup>23</sup> Weighting and Rating Decision Matrix

<sup>24</sup> Numeric Evaluation by Paired Comparison

<sup>25</sup> Presentation Phase

بدین ترتیب هر آن چه در چارچوب پروژه می‌گنجد در حل مشکلات پیش روی ما با کمک VE نیز به صورت کاملا عملی مدنظر قرار دارد. از این رو راه‌حل‌های VE شدنی و اجرایی هستند.



شکل ۳. نگاه کلی به متدولوژی مهندسی ارزش بر اساس استاندارد SAVE Int.

### دستاوردهای به‌کارگیری مهندسی ارزش

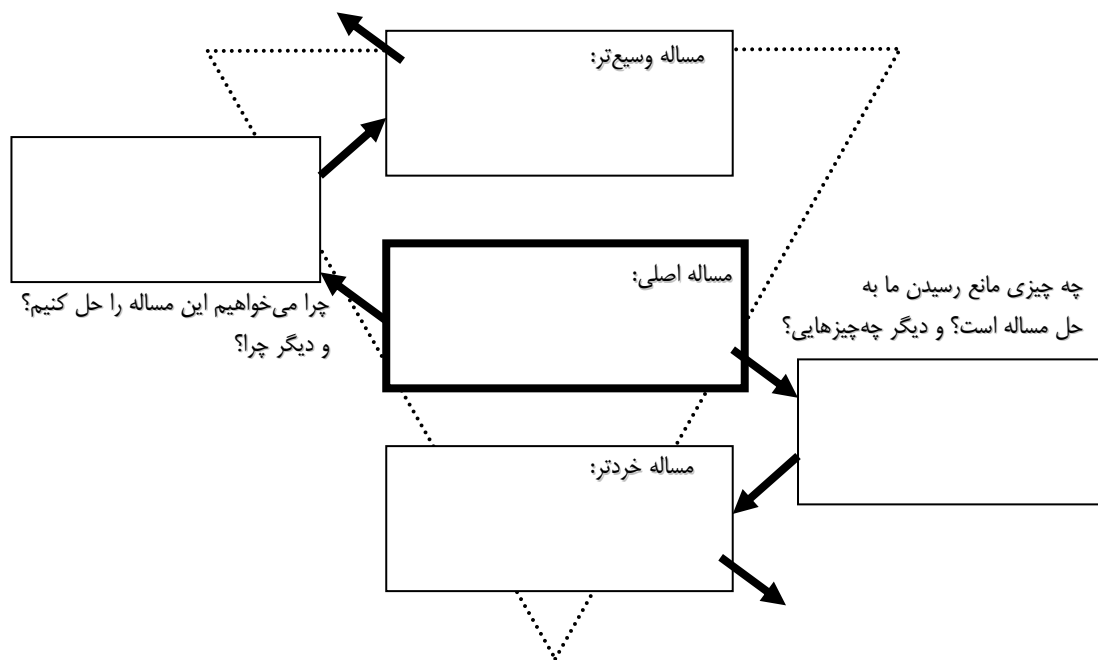
مهندسی ارزش یعنی ارزیابی و تجزیه و تحلیل این که :  
 مساله چیست؟ چه اقدامی لازم است انجام شود؟ چه کارکردی باید تغییر کند؟ هزینه تغییر چه میزان است؟ این تغییر چقدر ارزش دارد؟ چه اقدام دیگری در دستیابی به کارکرد مورد نظر قابل انجام است؟ هزینه و ارزش آن چقدر است؟ پس با مهندسی ارزش می‌توان بر هر دو جنبه تغییرها و هزینه‌ها مدیریت نمود.  
 در واقع، مهندسی ارزش با ایجاد شرایطی همچون کاهش هزینه‌ها و افزایش سود، بهبود کیفیت، افزایش سهم بازار، صرفه‌جویی در زمان انجام پروژه‌ها و استفاده مؤثرتر از منابع، به سازمان‌ها امکان رقابت را در عرصه‌های ملی و بین‌المللی می‌دهد. بطور مثال با به‌کارگیری این تکنیک، هزینه‌های تولید بین ۱۵ تا ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.

### TRIZ

در روند مدیریت پروژه سوالات زیادی مطرح می‌شود. از جمله:  
 • اگر یک پروژه زودتر یا دیرتر از جدول زمانی پروژه انجام شود، آیا جدول تخصیص منابع برای فعالیت‌های بعدی می‌تواند مطابقت داشته باشد؟

<sup>26</sup> Oral Presentation

- اگر یک یا چند فعالیت دیر به پایان برسد، می‌توان سایر منابع در نظر گرفته شده برای پروژه را به صورتی تخصیص داد که پروژه به زمان‌بندی برنامه اصلی باز گردد؟
  - چگونه مدیر پروژه می‌تواند برنامه زمانی پروژه را به صورتی فشرده نماید که مشکلات دشوار در برنامه توزیع منابع پیش نیاید؟
  - چه منابعی را می‌توان از یک پروژه به پروژه دیگر انتقال داد بدون آنکه اثر نامطلوب بر برنامه زمانی هر پروژه بگذارد؟
- یکی از مهم‌ترین توانمندی‌های TRIZ را در تعریف مساله توسط آن باید جستجو کرد. بخش عمده‌ای از زمان فرایند حل مساله به تعریف آن اختصاص دارد. یافتن ریشه و چرایی بروز مساله، شاید در مساله‌های ساده و متعارف، به سادگی انجام‌پذیرند، اما وقتی مشکل از پیچیدگی برخوردار شد (مثل بسیاری از پروژه‌ها) و مشکل با ابعاد مختلف پروژه آمیخته شود، نمی‌توان ریشه مساله را به سادگی پیدا کرد. اینجاست که پژوهشگران معتقدند بخشی از توانمندی TRIZ در روش تعریف مساله است، جایی که معمولاً ۹۰٪ از احتمال رسیدن به موفقیت وابسته به صرف زمان برای آن است. [۵]
- TRIZ برای تعریف مساله از دست کم ۴ ابزار بهره می‌برد. نخست «کاشف مساله»<sup>۲۷</sup> که با دو دسته پرسش «چه چیز مانع از حل مساله من است؟» و «چرا می‌خواهیم این مساله را حل کنیم؟» مساله را به ترتیب تا سطح خردتر و جزئی‌نگرتر، به سطح مساله‌های رده پایین‌تر و سطح کلان‌تر و مساله‌های رده بالاتر تحلیل می‌کند و با تعیین محدودیت‌ها و منابع موجود، رسم یک تصویر کلی از مساله را برای تحلیلگران امکان‌پذیر می‌سازد.
- سپس ابزار «تحلیل کارکرد و خواص»<sup>۲۸</sup>، با تعیین عوامل و روابط موثر بر مساله، در زمان‌های پیش از وقوع مساله، حین وقوع آن و پس از وقوع مساله، به ریشه‌یابی موضوع پرداخته و دلیل اصلی رخ دادن مشکل یا مساله را پیدا می‌کند. ابزار «تحلیل منحنی عمر»<sup>۲۹</sup> وضعیت قرارگیری سیستم مورد بحث بر روی منحنی عمر خود را تعیین می‌کند. این ابزار، نوع و چگونگی حل مساله را با توجه به روند تکاملی قابل پیش‌بینی آن سیستم، به تحلیلگران خاطرنشان می‌نماید و در پایان تعریف مساله، ابزار «نتیجه نهایی ایده‌آل»<sup>۳۰</sup>، شناخت دقیق مساله را با توجه به شرایط ایده‌آلی ممکن می‌سازد.



شکل ۴. ابزار کاشف مساله برای تعریف مساله در TRIZ

<sup>27</sup> Problem Explorer  
<sup>28</sup> Function Analysis  
<sup>29</sup> S-Curve Analysis  
<sup>30</sup> Ideal Final Result (IFR)



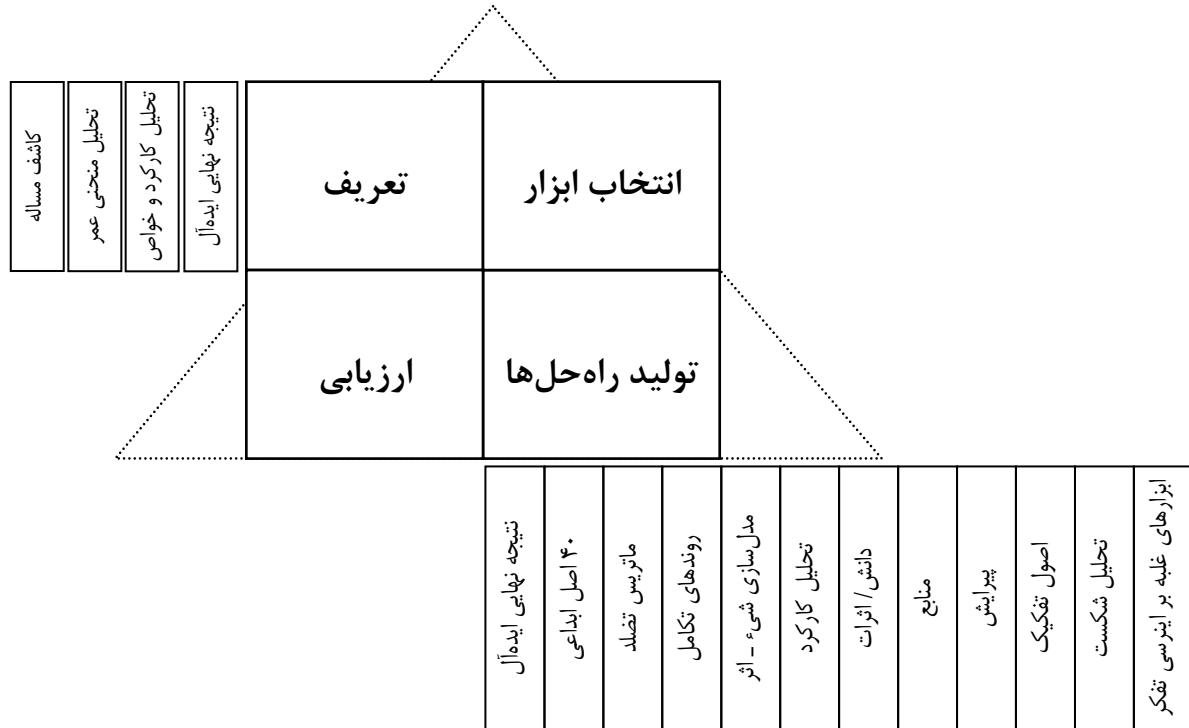
بدین صورت است که از مشکل موجود، می‌توانیم هم مساله اصلی را تعریف کنیم<sup>31</sup> و هم بر سلسله مراتب ریز و درشت پیوند خورده با مساله اصلی به‌طور بسیار دقیق اشراف یابیم. حال انتخاب با ما است که در کدام سطح، کدام مساله را حل کنیم. معمولاً انتخاب مساله به جایگاه ما در پروژه (سازمان پروژه) و منابع موجود برای حل مساله بازمی‌گردد.

گام بعدی در TRIZ، انتخاب ابزار است. ۱۲ ابزار توانمند در TRIZ وجود دارد. این ۱۲ ابزار عبارتند از:

۱. ماتریس تضاد<sup>32</sup>؛
۲. ۴۰ اصل ابداعی<sup>33</sup>؛
۳. اصول تفکیک<sup>34</sup>؛
۴. ابزارهای غلبه بر اینرسی تفکر<sup>35</sup>؛
۵. نتیجه نهایی ایده‌آل؛
۶. روندهای تکامل<sup>36</sup>؛
۷. تحلیل کارکرد؛
۸. منابع<sup>37</sup>؛
۹. دانش / اثرات<sup>38</sup>؛
۱۰. تحلیل شکست<sup>39</sup>؛
۱۱. پیرایش<sup>40</sup>؛
۱۲. مدل‌سازی شیء - اثر<sup>41</sup>.

<sup>31</sup> می‌دانیم که داشتن مساله لزوماً به معنی مواجهه با یک مشکل نیست. اما هر مشکل حتماً باید از طریق تعریف مساله(های) خود حل شود و بدون تعریف صحیح مساله اصلی و مرتبط با مشکل نمی‌توانیم آن را حل کنیم.

<sup>32</sup> Contradiction Matrix  
<sup>33</sup> 40 Inventive Principles  
<sup>34</sup> Separation Principles  
<sup>35</sup> Psychological Inertia Tools  
<sup>36</sup> Trends  
<sup>37</sup> Resources  
<sup>38</sup> Knowledge/Effects  
<sup>39</sup> Subversion Analysis  
<sup>40</sup> Trimming  
<sup>41</sup> Su-Field Modeling



شکل ۵. نگاهی کلی به فرایند نوآوری نظام‌یافته

با توجه به آن که مساله انتخابی ما برای حل چه باشد یا علاقه‌مند به چه نوع بهبودی در شرایطمان باشیم، جدول انتخاب ابزار TRIZ به ما می‌گوید که از کدام ابزار(ها) استفاده کنیم تا به راه‌حل برسیم. این جدول برای ۱۹ حالت مختلف، حداکثر ۴ ابزار را توصیه می‌کند. حتی برای حالتی که اصلاً نمی‌دانیم مساله‌ای داریم یا نه نیز، برایمان توصیه‌ای دارد! به عنوان مثال اگر در کاشف مساله به این نتیجه رسیدیم که برای حل مساله‌مان باید یک تضاد را رفع نماییم، بی‌درنگ ابزار مناسب ما «ماتریس تضاد» است و اگر به کمبود منابع برخوردیم باید به سراغ «منابع» برویم. به کمک ابزار مناسب، راه‌حل(های) مساله را در مرحله بعد تولید خواهیم کرد و سپس آن(ها) را ارزیابی می‌کنیم تا اطمینان یابیم که بهترین راه‌حل را یافته‌ایم. [۶] نکته حائز اهمیت اینکه اغلب مدیران پروژه بیشترین عامل مشکل در اداره پروژه را ناکافی بودن منابع عنوان می‌کنند. اما باید توجه داشت که ناکافی بودن منابع لزوماً به معنی محدود بودن بودجه و منابع نیست، بلکه می‌تواند ناشی از عدم برنامه‌ریزی درست و صحیح در تخمین و تامین و تخصیص منابع و هزینه‌ها و کنترل آن باشد. در این مسیر نیز TRIZ راهکارهای ارزشمندی ارائه می‌نماید.

اغلب پیش می‌آید که ما مساله A را برای حل مشکل پیش روی خود می‌دیدیم در حالی که واقعا مساله B یا C یا R است که باید حل شود. TRIZ توانمندی این شناخت را به ما می‌دهد. انتخاب دقیق مسایل و هدایت سرمایه‌ها برای حل آن‌ها از مهم‌ترین تصمیم‌های مدیران است. TRIZ با در نظر گرفتن اصول زیر در تعیین مسایل و حتی فرصت‌های پیش‌رو، اثربخشی سرمایه‌ها را تضمین می‌کند:

۱. تحلیل شرایط مرزی (منابع، منافع، محدودیت‌ها، نقطه بحرانی)؛
۲. تحلیل کارکرد؛
۳. تحلیل منحنی عمر؛
۴. تعیین ایده‌آلی.

این گونه است که همه واقعیت‌های موجود مساله، عمر پروژه و زمان بروز مشکل، کارکرد مورد انتظار، ایده‌آلی انجام کارکرد فارغ از مشکل موجود و استنباط صاحبان مسایل از بروز و راه حل‌های آن همگی به وضوح درک و ثبت می‌شوند. همچنین در صورتی که هنوز

ابهامی در خصوص عوامل انسانی درگیر در پروژه وجود داشته باشد ابزار «نقشه ادراکی»<sup>42</sup>، تفاوت‌های موجود در تفکر افراد نسبت به بروز مشکل را از واقعیت موجود متمایز نموده و رفع تناقض‌ها را امکان‌پذیر می‌سازد. با این توجهات، راه‌حل نهایی از ضریب اطمینان و قدرت اجرایی لازم برخوردار خواهد بود.

### مقایسه ویژگی‌های دو تکنیک TRIZ و VE در حل مشکلات پروژه

TRIZ	VE
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ هم به صورت تیمی و هم به صورت فردی قابل انجام است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● باید حتما به صورت تیمی انجام شود.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ در تیم باید حتما یک نفر مسلط به متدولوژی حضور داشته باشد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● تسهیل‌گر تیم باید حتما مسلط به متدولوژی ارزش باشد.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ به دلیل گستردگی دانش TRIZ، آموزش‌های پیش از مواجهه با مساله بسیار مؤثر است. تسلط به ابزارها زمان حل را نیز بسیار کوتاه‌تر می‌کند.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● به دلیل سادگی متدولوژی، هم‌زمان با حل مشکل قابل آموزش است.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ضربتی عمل می‌کند. با تمرکز کوتاه‌مدت نیز می‌توان راه‌حل را یافت.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ضربتی عمل می‌کند. طی یک هفته تمرکز، می‌توان به راه حل رسید.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ راه‌حل کاملا عملی ارایه می‌کند و به ایده‌آل نیز می‌اندیشد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● راه‌حل آن اجرایی و ملموس و مبتنی بر واقعیت‌ها است.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ از کیفیت کار نمی‌کاهد؛ بلکه معمولا اثر مثبت بر آن دارد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● حفظ یا ارتقای کیفیت را مد نظر دارد.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ در تعریف و حل مساله به کارکرد نیز توجه دارد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● هم در تعریف و هم در حل مساله، رویکردی کارکردگرا دارد.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ به دنبال راه‌حل‌های بی‌هزینه و خودبه‌خودی و ایده‌آل است. در عین آن که دیگر راه‌حل‌های هزینه‌بر را نیز ارایه می‌دهد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● به دنبال راه‌حل‌های کم‌هزینه‌تر و بهبودیافته است.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ نه تنها از حل مساله می‌توان ایده‌های جدیدی را استخراج کرد و در بانک اطلاعاتی ذخیره نمود، بلکه در فرایند حل نیز، می‌توان از تمام راه‌حل‌های گذشته موجود در دنیا به واسطه بانک اطلاعاتی موجود بهره گرفت.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● در حین حل هر مساله می‌توان ایده‌های قابل استفاده در مساله‌های دیگر را ثبت کرد و به یک بانک اطلاعاتی جامع از کارکردها و ایده‌ها و راه‌حل‌ها رسید.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ توانمندی حل هر نوع مساله‌ای را دارد؛ هم مسایل فنی و تکنیکی و هم مسایل سازمانی و مدیریتی.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● محدودیتی در حل مساله ندارد و در همه نوع پروژه و محصولی قابل به‌کارگیری است.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ بر اساس خلاقیت پایه‌گذاری شده است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● مبتنی بر خلاقیت است.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ بسیار فراتر از حل مساله عمل می‌کند و با حل هر مساله بینشی بسیار جامع از همه مسایل مرتبط و فناوری و دانش‌های دیگر را تحلیل می‌کند.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● نتایجی فراتر از انتظار می‌دهد.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ بسیار موفق عمل کرده است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● تاکنون مورد ناموفقی از به‌کارگیری آن گزارش نشده است.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ در حال بومی شدن است و وجود پایگاه آن در هر صنعت و سازمان یک رمز موفقیت حیاتی است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● بومی کردن آن کار پیچیده‌ای نیست. در حال حاضر در ایران در حال به‌کارگیری است.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ در حین حل مساله، علاوه بر یافتن ظرفیت‌های نوآوری، می‌توان به اختراعات، ابداعات و پیش‌بینی‌های آتی علم و فناوری دست یافت.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● در حین انجام مطالعه، می‌توان تحلیل‌هایی را برای بهبود آتی شرایط انجام داد.</li> </ul>

جدول ۱. جدول مقایسه ویژگی‌های دو تکنیک TRIZ و VE

<sup>42</sup> Perception Mapping

### چه زمان‌هایی مطالعه مهندسی ارزش توصیه می‌شود

۱. میزان سرمایه‌گذاری در پروژه زیاد است.
۲. نیاز به کاهش هزینه‌های بهره‌برداری است.
۳. یک فعالیت به دفعات تکرار می‌شود.
۴. پیچیدگی زیاد پروژه.
۵. مشکلات ناشی از محدودیت‌های منابع.
۶. نیاز به جبران تاخیر در پیشرفت پروژه.

### چه زمان‌هایی استفاده از TRIZ توصیه می‌شود

۱. نیاز به تغییر در محدوده پروژه.
  ۲. وجود مشکلات ایمنی یا زیست محیطی.
  ۳. در برخورد با ریسک در پروژه.
  ۴. وجود مشکلات عملکردی.
  ۵. نیاز به ارایه ایده‌ها و گزینه‌های متعدد.
  ۶. تغییر در روش اجرا.
  ۷. جبران تاخیر در پیشرفت پروژه.
- TRIZ در بستر چرخه عمر پروژه، از طرح ایده و امکان‌سنجی تا اجرا مفهوم می‌یابد.

### جمع‌بندی

به ثمر رساندن پروژه‌ها، با از میان برداشتن مشکلات و موانع پیش روی آن‌ها و مواجهه با مسایل و رخدادهای اجرایی است. برخی از این مشکلات فنی و برخی سازمانی هستند. مشکلات عمومی پروژه‌ها، تکراری و قابل تعمیم به یکدیگر هستند اما مشکلات خاص، منحصر به هر پروژه و شرایط ویژه آن بروز پیدا می‌کنند. توانمندسازی دست‌اندرکاران پروژه به دانش حل مساله، سرعت و مهارت‌های ایشان را در مواجهه با مشکلات، شناسایی ریشه‌های آن‌ها و ارایه راه حل اجرایی و کم هزینه چند برابر می‌کند. از میان تکنیک‌ها و ابزارهای مختلف حل مساله، دو تکنیک مهندسی ارزش و TRIZ به دلیل سادگی اولی و جامعیت دومی از جمله توانمندترین تکنیک‌ها و متدولوژی‌های حل مساله به‌شمار می‌آیند. این دو تکنیک محدودیتی از نظر نوع مساله‌ای که حل می‌کنند و شرایط حکمفرما بر آن‌ها ندارند. هر دو رویکردی خلاق و نگرشی کارکردگرا به حل مساله دارند و تجربه‌های متعدد موفق در همه زمینه‌ها داشته‌اند.

حل مساله همراه با کاهش هزینه و زمان و ارتقای کیفیت پروژه از ویژگی‌های هر دوی این‌ها است. فرایندهای مدیریت پروژه، مهندسی ارزش و تئوری حل مساله به‌روش ابداعی، در چرخه عمر پروژه از زمان طرح ایده و امکان‌سنجی اولیه طرح تا زمان بهره‌برداری و پایان عمر خدمتی پروژه و به‌ویژه در مراحل مختلف طراحی، به‌گونه‌ای با هم در تعامل و در طول یکدیگرند که جدایی و تفکیک میان آنها موجب کاهش کارآمدی مدیریت پروژه خواهد شد. ورود داده‌ها و تولید اطلاعات و گردش تکاملی آن در این فرآیند، موجب اثربخشی و کارایی فرآیندها، هم‌افزایی آنها در راستای تحقق کارکردهای اصلی پروژه، ارتقای کیفی پروژه‌ها، کاهش زمان و هزینه اجرای پروژه و مهم‌تر از همه، رفع موانع طراحی و آشکار سازی موارد مبهم در مراحل مختلف خواهد شد.

## منابع و مراجع:

۱. انجمن مدیریت پروژه آمریکا، کمیته استانداردها، *دانش مدیریت پروژه*، آلاپوش، حمید، چاپ اول، تهران، انتشارات حامی پروژه، ۱۳۷۷.
۲. انجمن مدیریت پروژه، *استاندارد عملی انجمن مدیریت پروژه برای ساختارهای شکست کار*، اصولی، نجابت، سیدحسین، احسان، چاپ اول، تهران، انتشارات شرکت ملی صنایع پتروشیمی، ۱۳۸۲.
۳. کتاب اصول و مفاهیم برنامه‌ریزی و مدیریت پروژه. نوری، محمودی، شهریار، سیامک، امیر، فرهاد. چاپ اول، تهران، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۲.
۴. کتاب جایگاه مهندسی ارزش در مدیریت پروژه. جبل‌عاملی، قوامی‌فر، عبادی، محمدسعید، کامران، مزدک. چاپ اول، تهران، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۸۳.
۵. کتاب مدیریت موثر برنامه‌ریزی و کنترل پروژه. اردشیر، عبدالله. دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۲.
6. SAVE International, *Value Methodology Standard*, revised: October 1998, USA, Society of American Value Engineers International ([www.value-eng.org](http://www.value-eng.org)).
7. Hannan, Donald, *VE Module I workshop documents*, D.H. Australia & Iran Institute of Innovation and Technology Studies, Tehran, 2003.
8. Mann, Darrell Lee, *Hands-On Systematic Innovation*, Belgium, CREAX press, 2003.
9. CREAX Innovation Suite Version 3.1 (Software), CREAX Co.