توسعه توانمندی حل ابداعانه مسائل و سرعت‌بخشی به تحقیق و توسعه اثربخش با بکارگیری TRIZ

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۳/۱۷
تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۶/۰۸

■ **مصطفی جعفری**
عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی صنایع
دانشگاه علم و صنعت ایران
jafari@iust.ac.ir

■ **حمیدرضا ضرغامی** *
کارشناس ارشد مهندسی صنایع، مدیریت سیستم و بهره‌وری
دانشگاه علم و صنعت ایران
zarghami@ind.iust.ac.ir
* نویسنده مسئول مکاتبات

چکیده

در شرایط حاضر و با توجه به روند سریع تغییرات فناوری، مراکز تحقیق و توسعه تلاش مستمر خود را برای جستجو و کشف روش‌ها و ابزارهایی جدید به منظور هدایت فعالیت‌های تحقیقاتی پژوهشگران جهت تولید راهکارهای ابداعانه برای مسائل فراروی افزایش داده‌اند. TRIZ [۱] یکی از تکنیک‌های حل ابداعانه مسأله است که توسط گنریش آلتشولر[۲] روسی با هدف بهبود و سرعت‌بخشی به فرایند حل نوآورانه مسائل و کمک به مخترعان پایه‌گذاری شده است. این تکنیک دارای ابزارهای بسیار توانمندی به منظور تعریف و شناسایی صحیح مسئله و حل آن به شیوه‌های ابداعی و خلاقانه می‌باشد. حل ابداعانه مسأله از طریق TRIZ، به صورت یک فرایند چهار مرحله‌ای گام به گام شامل «تعریف مسأله»، «انتخاب ابزار»، «تولید راه حل» و «ارزیابی راه حل‌ها» می‌باشد که در هر یک از این مراحل از ابزارهای مخصوصی استفاده می‌شود. در این مقاله ضمن معرفی اجمالی TRIZ و ابزارهای آن، به بیان خلاصه‌ای از نحوه کارکرد و قابلیت‌های آنها در توسعه توانمندی خلاقیت و نوآوری و حل مسأله در افراد و سازمان‌ها پرداخته شده است. عامل اصلی تمایز TRIZ با سایر تکنیک‌ها و روش‌های سنتی خلاقیت، جامعیت و رویکرد متفاوت آن در نحوه مواجهه با مسأله و عدم پذیرش سعی و خطا در حل ابداعانه مسائل و مسیر خلاقیت و نوآوری و ارائه فرایندی نظام‌مند بدین منظور می‌باشد. درک صحیح TRIZ مزایای قابل توجهی را برای افراد و سازمان‌ها به خصوص در فرایندهای تحقیق و توسعه و حل مسائل مربوطه در پی خواهد داشت که به تعدادی از آنها در این مقاله اشاره شده است.

واژگان کلیدی

TRIZ، تئوری حل ابداعی مسأله، نوآوری نظام‌یافته[۳]، خلاقیت و نوآوری[۴]، اختراع[۵].

مقدمه

با ورود به هزاره سوم و عصر تغییرات فزاینده فناوری‌های نوین؛ اکثر کارهای مهندسی به وسیله نرم‌افزارهایی در دسترس همگان قابل انجام است. ولیکن آنچه هنوز هم برای اندیشه مهندسان ارزش افزوده ایجاد می‌کند، توانمندی آنها در شناسایی زمینه‌های نو در عرصه کسب و کار و ارائه راهکارهای خلاقانه و بدیع برای حل مسائل و مشکلات پیش رو و قدرت بهبود در زمینه‌های کاری است.

علاوه بر این بقای سازمان‌های امروزی و کسب مزیت رقابتی بلندمدت آنها منوط به نوآوری در تولید و ارائه محصولات و خدمات است[۱]. بر این اساس و با توجه به پیچیدگی‌های موجود در فعالیت‌های تحقیقاتی و دانش‌بنیان به عنوان ملزومات هزاره سوم، لازم است که مدیران سازمان‌های امروزی توجه کافی به توسعه توانمندی خود و کارکنان سازمان در حل مسائل پیش رو به شیوه‌های ابداعانه و نوآورانه داشته باشند.

یکی از تکنیک‌های خلاقانه حل مسأله، نوآوری نظام‌یافته (TRIZ) است که در سال ۱۹۴۶ توسط گنریش آلتشولر روسی پایه‌گذاری و طی سال‌های گذشته، به ابزاری کاربردی برای اختراع و حل مسائل فنی با پیچیدگی‌های گوناگون در دنیا تبدیل شده است.

در گذشته اعتقاد عمومی به «تصادفی بودن نوآوری» باعث شده بود که مباحث مربوط به خلاقیت و نوآوری بیشتر در حوزه روانشناسی بیان شوند و بیشتر روانشناسان مدعی بودند روش اختراع کردن، روش آزمایش و خطا[۶] است؛ اما آلتشولر در ضمن تحقیقات خود دریافت که می‌توان به‌گونه‌ای نظام‌یافته و با الهام از راه حل‌های خلاقانه گذشته به ابداع پرداخت و دیگر نیازی نیست که برای دست‌یابی به نتیجه مطلوب، هزارن سعی و خطا انجام داد. وی بر این باور بودکه دانش

1. Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch (به زبان روسی)
2. Genrich Altshuller
3. Systematic Innovation
4. Creativity & Innovation
5. Invention
6. Trial & Error

مربوط به نوآوری باید خلاصه، فشرده و کلی باشد تا نوآوران هر حوزه از دانش بتوانند در حل مسائل خود به راحتی از آن استفاده کنند [۲]. آلتشولر با بررسی ۲۰۰,۰۰۰ سند ثبت اختراع و انتخاب ۴۰,۰۰۰ سند ثبت اختراع خلاق از بین آنها توانست به TRIZ دست یابد و رویه‌های مشخصی برای دستیابی به هر نوع اختراع و ابتکار استخراج کند [۳].

با توجه به حضور بیش از ۳۵۰ مرکز تحقیقاتی در زمینه TRIZ در دنیا [۴]، امروزه TRIZ یکی از روش‌های بسیار مفید برای جلوگیری از اتلاف زمان و سرعت در نوآوری به شمار می‌رود. تحقیقات اخیر نشان می‌دهند که TRIZ بین ۷۰ تا ۳۰۰ درصد به تولید ایده برای محصولات و خدمات جدید و ایجاد بهبود کیفیت سرعت می‌بخشد [۵و۶]. تلاش‌های اولیه آلتشولر و شاگردانش روی TRIZ و تلاش‌های بیش از ۶۰ ساله محققان و اندیشمندان حوزه نوآوری در دنیا سبب شده است که امروزه TRIZ در حل مسائل مختلف فرهنگی، سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، فنی و مدیریتی با سطوح مختلف پیچیدگی بکار گرفته شود. کاربرد TRIZ تا حدی گسترش یافته که شرکت‌های بزرگی همچون Ford، Mitsubishi و Samsung مراکز پژوهشی ویژه‌ای را در این زمینه تشکیل داده‌اند [۴]. همچنین بیش از ۳۰ درصد از سودآوری شرکت‌های بزرگی همچون Sony Motorola, HP و Samsung با بکارگیری راهبردهای نوآورانه مدیریتی و فنی موجود در TRIZ حاصل شده است[۷].

TRIZ دارای ابزارهای توانمند متعددی به منظور بهره‌برداری در مراحل تعریف و حل مسأله در طی فرایندی نظام‌مند و منطقی است. بنابراین در مقاله حاضر سعی بر این است تا بعد از بیان کلیاتی در زمینه تفاوت رویکرد TRIZ با روش‌های سنتی حل مسأله به معرفی فرایند نوآوری نظام‌یافته (TRIZ) و ابزارهای آن در مراحل مختلف تعریف و حل ابداعانه مسأله، و مزایای حاصل از بکارگیری آنها پرداخته شود.

تفاوت TRIZ و روش‌های مبتنی بر سعی و خطا در خلاقیت و حل ابداعی و نوآورانه مسأله

دراین قسمت و قبل از بیان مفاهیم مرتبط به TRIZ به بررسی دو مورد از تفاوت‌های اساسی TRIZ با روش‌های مبتنی بر سعی و خطا در خلاقیت در فرایند حل ابداعانه مسئله می‌پردازیم:

۱- عدم مقبولیت سعی و خطا در تولید راه حل

در ساده‌ترین تعریف، مسأله را می‌توان وجود هر گونه مانعی دانست که امکان دسترسی به جواب را برای ما محدود نموده و یا از بین برده باشد، و حل مسأله برداشتن این مانع است[۸]. در روش طوفان فکری[1] و سایر روش‌های مبتنی بر روانشناسی خلاقیت، به دنبال این هستیم که با برخورد ایده‌ها و تراوشات اتفاقی حاصل از ایده‌های جدید، برای از بین بردن موانع دسترسی به وضعیت مطلوب تلاش نماییم که با توجه به محدودیت‌های مختلفی همچون تفکر قالبی و اینرسی تفکر[2]، برای دسترسی به ایده‌های قابل اجرا و کاربردی زمان بسیار زیادی صرف شده و از طرفی کیفیت ایده‌ها نیز متأثر از موانع و محدودیت‌های مذکور است. شکل ۱ نمایانگر شیوه حل مسأله با روش‌های مبتنی بر سعی و خطا در خلاقیت است.

TRIZ در فرایند حل نوآورانه مسأله روش سعی و خطا را نمی‌پذیرد و همانگونه که در شکل ۲ دیده می‌شود، تلاش می‌کند با تبدیل مسائل خاص به مسائل کلی و عمومی، زمان لازم را برای حل ابداعی و نوآورانه مسائل کاهش دهد [۹و۱۰].

۲- دیدگاه TRIZ نسبت به مسأله

دیدگاه TRIZ نسبت به مسأله، با دیدگاه‌های سنتی متفاوت است. در TRIZ، لازم نیست الزاماً مشکلی به صورت محسوس در سیستم وجود داشته باشد، بلکه تلاش برای دستیابی به یک سیستم ایده‌آل و توجه به الگوها و روندهای تکامل پیش‌بینی شده برای سیستم‌ها، این امکان را در اختیار کاربران قرار می‌دهد تا به شناسایی فرصت‌ها پرداخته و به چگونگی بهره‌برداری بهینه از آنها بیاندیشند. اگر سیستم هیچ مشکلی نداشته باشد و کارکرد اصلی خود را با سطح قابل قبولی از مطلوبیت به انجام برساند، باز هم TRIZ سعی در بهبود آن دارد و با تعریف مسائلی جدید، سیستم را به سمت ایده‌آل[3] خود هدایت می‌کند. این سبک برخورد و تعریف با مسأله در راستای این نکته است که نمی‌توان برای بهبود در فرایندها، روش‌ها، کیفیت و سیستم‌ها حد انتهایی به جز نقص صفر[4] و ایده‌آلی تصور کرد. با این سبک برخورد با مسأله در TRIZ دو هدف بسیار جامع برای آن تعریف می‌شود[۱۲]:

۱- حل مسائل و چالش‌های پیش رو؛

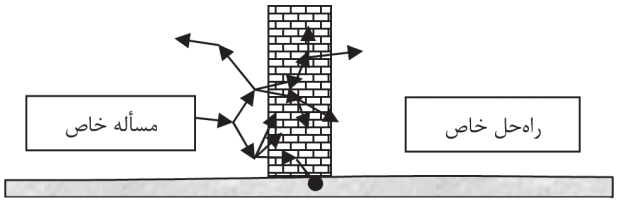
۲- بهره‌برداری از فرصت‌ها (شرایطی که می‌دانیم باید از آنها استفاده کنیم ولی چگونگی عملکرد و برخورد با آنها را نمی‌دانیم).

1. Brainstorming
2. Thinking Inertia
3. Ideal
4. Zero Defect

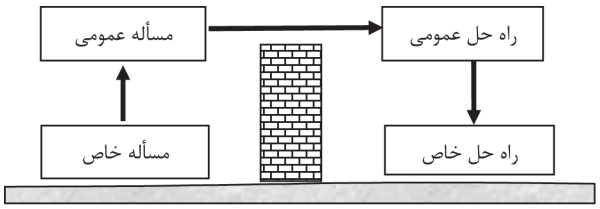
تاریخچه و زمینه پیدایش TRIZ

واژه TRIZ از حروف اول کلمات روسی Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch به معنای تئوری حل ابداعی مسئله استخراج شده است، که معادل انگلیسی آن TIPS[1] است. در واقع TRIZ یکی از تکنیک‌های خلاقانه حل مسأله است که توسط گنریش آلتشولر روسی (مهندس مکانیک و کارمند اداره ثبت اختراعات نیروی دریایی) پایه‌گذاری شد. یکی از عنوان‌ها و نام‌های توصیف‌گر مرسوم برای TRIZ، «نوآوری نظام یافته» است.

تاریخچه پیدایش نوآوری نظام‌یافته مربوط به سال ۱۹۴۶ و زمانی می‌شود که آلتشولر با استخدام در سازمان ثبت اختراعات نیروی دریایی روسیه سعی در یاری مخترعان در انجام طرح‌های تحقیقاتی و ابتکاری داشت. آلتشولر برای پاسخ به اینکه آیا اختراع به شانس و اقبال بستگی دارد و یا یک چراغ روشن فکری است که در ذهن مخترعان روشن می‌شود، روش مطالعه تجربی و واقعی را برگزید. بدین منظور وی به بررسی نقاط اشتراک و الگوهای تکراری اصول تفکر ابداعی موجود در پرونده‌های ثبت اختراع پرداخت و با این بررسی، رمز و رازهای موجود در روش‌های ابداعی را استخراج کرد و نتیجه تحقیقات خود را مستند نمود. وی در سال ۱۹۵۶ اولین مقاله خود را در زمینه خلاقیت ابداعی و در همان سال تئوری خود را با عنوان «تحلیل یک مسأله و پرده برداشتن از یک تضاد» مطرح کرد و سپس در سال ۱۹۶۱ اولین کتاب خود را با بیان ۲۰ اصل ابداعی TRIZ منتشر کرد [۱۲]. نتایج مطالعات وی علاقه‌مندان زیادی یافت و تا به امروز در سراسر جهان بیش از دو میلیون سند ثبت اختراع در ادامه کار آلتشولر بررسی شده‌اند و روند تحقیق و بهره‌برداری از TRIZ همچنان ادامه دارد.



شکل ۱- حل مسأله به روش سعی و خطا (طوفان فکری و...)



شکل ۲- تبدیل مسأله خاص به مسأله عمومی در TRIZ [۱۱]

رویکرد TRIZ در حل ابداعی مسأله

آلتشولر مسأله ابتکاری را به عنوان مسأله‌ای که در آن حداقل یک تناقض (تضاد) وجود دارد تعریف کرده است. وی تضاد را اینگونه تعریف کرد: «موقعیتی که در آن تلاش برای بهبود یک جنبه از مسأله بر جنبه‌ای دیگر از مسأله اثر منفی ایجاد می‌کند» [۱۳].

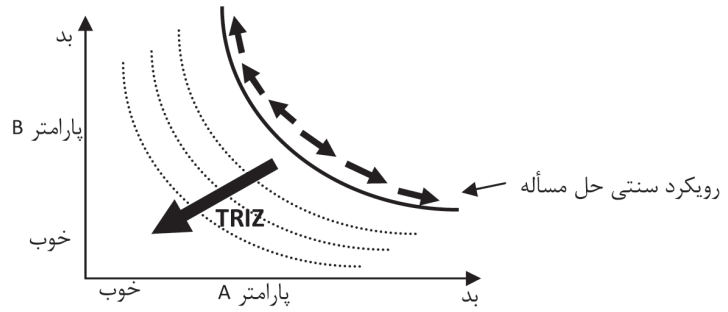
TRIZ با دسته‌بندی عصاره بهترین خلاقیت‌های انسانی در قالب یک فرایند و مجموعه‌ای از ابزارهای حل مسأله سعی می‌نماید تا اطلاعات لازم برای تصمیم‌گیری‌های درست و مؤثر در شرایط مختلف را، پیش روی کاربران و مخترعان قرار دهد [۱۴]. در واقع دو نکته اساسی در رویکرد TRIZ به حل ابداعی مسأله وجود دارد که عبارتند از:

الف) کسی یا جایی قبلاً مشکل شما یا مشکلی مانند آن را حل کرده است. خلاقیت به معنای یافتن راه حل و پذیرفتن آن برای مشکل جاری است [۱۵].

ب) حدود وسط را قبول نکنید، تضادها و تناقضات[2] را رفع و حذف کنید؛ یکی از کارهایی که در روش‌های سنتی مرتبط با حل مسأله انجام می‌شود چیزی تحت عنوان مصالحه[3] و تبادل پایاپای[4] بین پارامترها است. یعنی با افزایش قابلیت یکی از پارامترها، مقداری از کاهش قابلیت پارامتر دیگر مورد پذیرش واقع می‌شود. در روش‌های معمول و مرسوم تلاش می‌شود به حد قابل قبولی از این پارامترها بسنده شود و اصطلاحاً مصالحه صورت می‌پذیرد اما TRIZ مصالحه و تبادل بین پارامترها را نمی‌پذیرد [۱۶] و با ابزارهای

1. Theory of Inventive Problem Solving
2. Contradictions
3. Compromise
4. Trade -off

خود و آموزش سبک فکری منحصر به فردش تلاش دارد که پارامترهای موجود در بالاترین سطوح و تا حد ایده‌آل تأمین گردند. شکل ۳ نشان دهنده تفاوت سبک TRIZ و سنتی در ارتقای دو پارامتر A و B است.



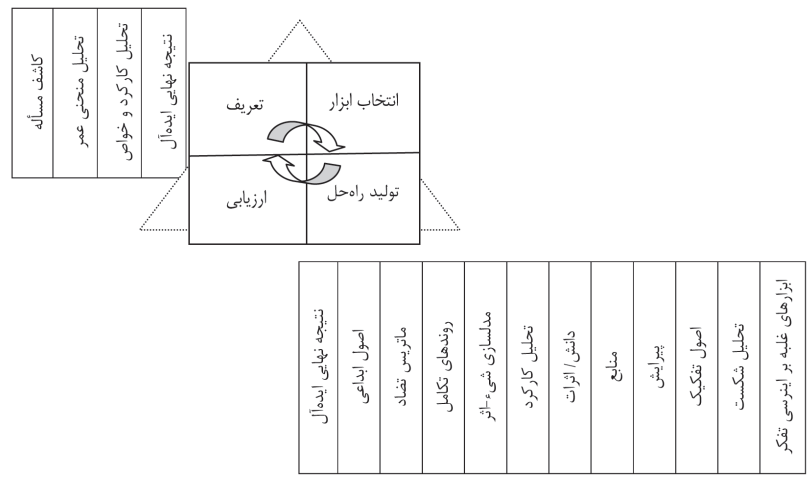
شکل ۳- عدم پذیرش مصالحه در بهبود پارامترها در TRIZ و تفاوت آن با رویکرد سنتی [۸]

فرایند نوآوری نظام‌یافته (TRIZ)

TRIZ یا تئوری حل مسأله به روش ابداعی، از جمله جدیدترین و قوی‌ترین تکنیک‌های حل مسأله است که زمینه حل مسائل از ساده‌ترین تا پیچیده‌ترین سطوح را تضمین می‌کند. در واقع TRIZ عصاره دانش بشری است که حاوی یک فلسفه قوی، یک متدولوژی کاربردی و مجموعه‌ای از ابزارها است. TRIZ در بر دارنده عوامل کلیدی دستیابی به اختراعات و اکتشافات است که آگاهی از آنها، علاوه بر توانمندسازی کاربران در حل مسائل، به افراد در تشخیص فرصت‌ها و زمینه‌های جدید کاری کمک می‌کند[۱۷].

دستیابی به اهداف نوآوری نظام‌یافته نیازمند رعایت فرایندی دقیق و موشکافانه در فرایند پیشنهادی حل مسأله از این طریق است. همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود چهار مرحله پایه‌ای در فرایند TRIZ عبارتند از: «تعریف مسأله»، « انتخاب ابزار»، « تولید راه حل‌ها » و «ارزیابی راه حل‌ها». یکی از جذابیت‌های TRIZ نسبت به سایر تکنیک‌های حل مسأله، ابزارهای ۱۲ گانه آن در مرحله «تولید راه حل» و توسعه این مرحله حیاتی در حل ابداعانه مسأله می‌باشد. در حالی که تمامی فرایندهای حل مسأله متکی بر خلاقیت، بر طوفان فکری استوار هستند [۱۷].

با توجه به اینکه به علت محدودیت‌های



شکل ۴- نگاهی کلی به فرایند نوآوری نظام‌یافته [۱۸]

موجود و گستردگی مفاهیم موجود در فرایند نوآوری نظام یافته و ابزارهای TRIZ، تشریح کامل فرایند نوآوری نظام‌یافته در این مقاله نمی‌گنجد. بر این اساس به شرح مختصری از هر یک از مراحل و ابزارهای حل ابداعی مسأله در TRIZ می‌پردازیم.

الف- مرحله تعریف مسأله در TRIZ

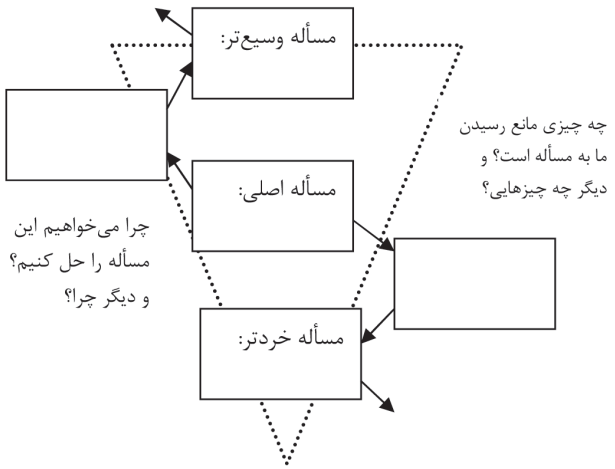
یکی از مراحلی که در TRIZ مورد تأکید واقع می‌شود دقت و حساسیت بالای آن در مرحله تعریف مسأله است. چرا که متخصصان معتقدند، ۹۰ درصد از فرایند حل مسأله، تعریف دقیق و شفاف مسأله است[۱۷]. اگرچه تمایل ذاتی افراد، پرداختن به حل مسأله پیش از تعریف دقیق آن است، اغلب نتیجه فعالیت‌های ذهنی عجولانه و شتاب‌زده دستیابی به «راه‌حل‌های درست و عالمانه» برای «مسائل اشتباه و نادرست» است. برای

اجتناب از این مانع بزرگ در فرایند حل مسأله، TRIZ قصد دارد افراد را بیش از پیش در مرحله «تعریف مسأله» درگیر نماید. با توجه به رویکرد TRIZ به مرحله تعریف مسأله و استفاده از حداقل ۴ ابزار قوی در تعریف مسأله، با بکارگیری ابزارهای TRIZ، تعریف بسیار دقیق‌تر و موشکافانه‌تری نسبت به مسائل جهت دستیابی به راه حل‌های دقیق و نزدیک به ایده‌آل و در زمان کمتر، به دست می‌آید.

به منظور دست‌یابی به ریشه اصلی مسأله باید سه ابزار «کاشف مسأله[1]»، «تحلیل کارکرد و خواص[2]» و « تحلیل منحنی عمر[3]» در هر مسأله‌ای به کار گرفته شود و سپس از ابزار «نتیجه نهایی ایده‌آل[4]» به منظور تعیین موقعیت مسأله در حرکت به سمت ایده‌آلی استفاده شود.

۱- ابزار کاشف مسأله: این ابزار با دو دسته سؤال «چه چیز مانع از حل مسأله موجود است؟» و « چرا می‌خواهیم این مسأله را حل کنیم؟»، مسأله را به ترتیب تا سطح خردتر و جزئی‌نگرتر، به سطح مسائل رده پایین‌تر و سطح کلان‌تر و مسأله‌های رده بالاتر تحلیل می‌کند و با تعیین محدودیت‌ها و منابع موجود، رسم یک تصویر کلی از مسأله را برای تحلیل‌گران امکان‌پذیر می‌سازد[۱۸]. شکل ۵ نشان‌دهنده نمای کلی ابزار کاشف مسأله برای تعریف مسأله در TRIZ است.

۲- ابزار تحلیل کارکرد و خواص: این ابزار که اولین بار در مهندسی ارزش[5] توسط مایلز مطرح گردید، با تعیین عوامل و روابط مؤثر بر مسأله، در زمان‌های پیش از وقوع مسأله، حین وقوع آن و پس از وقوع مسأله یعنی در



شکل ۵- ابزار کاشف مسأله برای تعریف مسأله در TRIZ [۱۸]

سه زمان «گذشته، حال و آینده» به ریشه‌یابی موضوع پرداخته و دلیل اصلی رخ دادن مشکل یا مسأله را پیدا می‌کند[۱۸]. اگر این ابزار به دقت و به درستی به کار گرفته نشود، اغلب مسأله اصلی قابل دست‌یابی نمی‌باشد. این ابزار در حد بالایی پیچیدگی‌های موجود در مرحله تعریف مسأله را کاهش می‌دهد. این ابزار کمک می‌کند تا بتوانیم به کارکرد اصلی مورد نیاز از سیستم به عنوان اصلی‌ترین خواسته از آن دست یابیم.

۳- ابزار تحلیل منحنی عمر: طبق نظریه آدیزس، منحنی عمر هر سیستمی از نموداری S شکل تبعیت می‌کند که در هر مرحله روی منحنی عمر سیستم، ویژگی مرتبط با آن مرحله در سیستم بروز می‌نماید[۱۹]. این ابزار با تعیین برآوردی از میزان بلوغ بخش‌های تشکیل‌دهنده سیستم موجود، درک بهتری از روند تکاملی سیستم‌ها در اختیار کاربران قرار می‌دهد [۱۸] و به چگونگی جهت حرکت کاربران در مرحله تعریف مسأله می‌پردازد، هر سیستمی بر اساس منحنی عمر خود، مراحل تکاملی خاصی را طی کرده و یا می‌تواند با معرفی سیستمی جدید، جهشی در مراحل تکاملی خود داشته باشد[۲۰]. این ابزار یک ابزار کیفی به شمار می‌آید و در مراحل بعدی با توجه به روند تکاملی سیستم به حل مسأله کمک می‌کند.

۴- ابزار نتیجه نهایی ایده‌آل (IFR): این ابزار به منظور شناخت موقعیت کنونی و اینکه قصد داریم به کجا برسیم طراحی شده است. ابزار نتیجه نهایی ایده‌آل با پرسشی مبنی بر اینکه «هدف نهایی و نهایت حد مطلوب ما از محصول و خدمت مورد نظر چیست؟» به پی‌گیری این هدف می‌پردازد[۳]. همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، معمولاً این پرسش از منظرهای مختلف دارای پاسخ متفاوت است. در شکل۶ به پاسخ از دو دیدگاه مجزای مشتری و صاحب مسأله (کارفرما) پرداخته شده است. این ابزار تلاش دارد تا چارچوب‌های ذهنی افراد را از بین

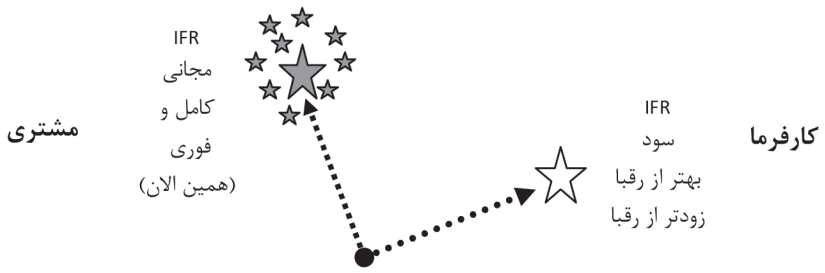
1. Problem Explorer
2. Function and Attribute Analysis (FAA)
3. S-Curve Analysis
4. Ideal Final Results (IFR)
5. Value Engineering (VE)

ببرد و بدین وسیله اهداف فعلی و آینده از تکامل سیستم‌ها را آشکار نماید. غالباً نتیجه بهره‌برداری از این ابزار منجر به مسأله‌ای می‌شود که به مراتب از مسأله اولیه بهتر و باارزش‌تر است[۲۱].

بر اساس نظریه TRIZ افزایش درجه ایده‌آلی سیستم از طریق افزایش منافع و کارکردهای مثبت و کاهش هزینه‌ها و کارکردهای مضر آن صورت می‌پذیرد. حالت ایده‌آل هر سیستمی این است که همه اثرات و کارکردهای مفید آن ایجاد شود و تمام کارکردهای مضر و هزینه‌های آن از بین برود و این یعنی اینکه ایده‌آل در هر سیستمی این است که آن سیستم وجود نداشته باشد ولی تمام کارکردهای آن در بالاترین حد انجام شود[۲۲].

ب- مرحله انتخاب ابزار در TRIZ

بعد از انجام اثربخش «تعریف مسأله» با استفاده از ابزارهای مذکور، مرحله « انتخاب ابزار» برای تولید راه حل آغاز می‌شود. در این مرحله تلاش اصلی این است که کاربران بتوانند بعد از تعیین موقعیت مسأله، ابزارهای مناسب برای حل آن را برگزینند. اغلب ابزارهای TRIZ دارای همپوشانی در تولید راه حل می‌باشند. اگر چه برخی مدرسان TRIZ علاقه دارند تا این همپوشانی‌ها حذف شوند اما برخی دیگر از متخصصان TRIZ اعتقاد دارند که این همپوشانی‌ها برای کاربران بسیار مفیدند؛ چنانچه از چند ابزار استفاده کنید و همه آن‌ها به یک جواب منتهی شوند، اطمینان به راه حل به دست آمده افزایش خواهد یافت[۱۷].



شکل ۶- نتیجه نهایی ایده‌آل از دو منظر مشتری و صاحب کالا [۱۲]

ج- مرحله تولید راه‌حل با استفاده از ابزارهای TRIZ

برای این مرحله نیز TRIZ دارای جعبه ابزاری با قابلیت‌های بالا است که طبیعتاً بهره‌برداری صحیح از آن می‌تواند نتایج بسیار مطلوبی را حاصل نماید. در این مرحله با توجه به تنوع ابزارهای موجود، راه‌حل‌های بسیار متنوعی برای مسأله تولید می‌شود. ابزارهای به کارگرفته شده در این مرحله بدون اهمیت ترتیب عبارتند از: ماتریس تضاد و اصول ابداعی[۱]، تضادهای فیزیکی و اصول تفکیک[۲]، مدل‌سازی شیء- اثر و اصول استاندارد[۳]، روندهای تکامل[۴]، ابزارهای غلبه بر اینرسی تفکر[۵]، نتیجه نهایی ایده‌آل، تحلیل کارکرد، منابع، دانش/ اثرات[۶]، تحلیل شکست[۷]، پیرایش[۸] و الگوریتم حل مسائل ابداعی[۹].

لازم به ذکراست که هر یک از این ابزارها دارای نکات ریز و درشت بسیاری است که بیان کامل آنها در این مقاله نمی‌گنجد، بر این اساس به معرفی اجمالی هر یک از ابزارهای ۱۲ گانه مذکور بسنده می‌شود.

۱- ماتریس تضاد و اصول ۴۰ گانه ابداعی: تضاد یکی از مفاهیم پایه‌ای و زیربنایی در TRIZ است[۱]، متخصصان TRIZ بر این باورند که ریشه اغلب مشکلات سیستم‌ها به مصالحه سنتی مخترعان و طراحان بین پارامترهای مؤثر در آن سیستم باز می‌گردد. در TRIZ ۳۹ پارامتر مهندسی و ۳۱ پارامتر سازمانی تعریف شده است. هر تضاد تکنیکی و فنی نتیجه عدم تطابق و هماهنگی بین دو یا چند پارامتر است و هر اختراع و نوآوری (حل نوآورانه مسأله) نیز نتیجه رفع یک تضاد می‌باشد[۱۶]. به منظور تسهیل در رفع تضادهای مختلف بین پارامترها در TRIZ یک ماتریس ۳۹×۳۹ برای مسائل فنی و مهندسی [۲۳] و یک ماتریس ۳۱×۳۱ برای مسائل مدیریتی [۲۱] به همراه ۴۰ راهبرد خلاق برای رفع تضادها [۲۴]، ایجاد شده است که از میان سندهای ثبت اختراع بررسی شده توسط آلتشولر و شاگردانش در TRIZ کلاسیک و دارل من در TRIZ مدیریتی استخراج شده‌اند. جدول ۱ نشان دهنده قسمتی از ماتریس تضادها می‌باشد. روند استفاده از ماتریس تضادها بدین ترتیب است که سطرهای افقی نمایانگر پارامتر بهبود یابنده و ستون‌های عمودی نمایانگر پارامتر تضعیف شونده می‌باشد. شماره‌هایی که در محل تقاطع پارامترها ذکر شده‌اند برای رفع

1. Inventive Principles & Contradiction Matrix
2. Physical Contradictions & Separation Principles
3. Sue-Field Modeling & Inventive Standards
4. Trends of evolution
5. Physiological Inertia Tools
6. Knowledge/Effects
7. Subversion Analysis
8. Trimming
9. ARIZ

تضاد حاصل بین دو پارامتر بهبود یابنده و تضعیف شونده بر اساس تحلیل‌های استخراج شده از اسناد ثبت اختراع توسط آلتشولر و همکارانش می‌باشد [۲۵]. ماتریس تضادها و ۴۰ اصل ابداعی از ساده‌ترین و جذاب ترین ابزارهای TRIZ است که به تازه‌واردها آموزش داده می‌شود. البته لازم است به این نکته توجه شود که این تنها یکی از ابزارهای موجود در مرحله تولید راه‌حل در TRIZ به شمار می‌رود و عدم رسیدن به پاسخ برای حل مسأله از طریق آن در بدو فرایندهای آموزش و بررسی TRIZ نباید به معنی ناکارآمدی، آن تلقی شود.

۲- تضادهای فیزیکی و اصول تفکیک: تضاد فیزیکی یکی دیگر از انواع تضاد تعریف شده در TRIZ است که در نتیجه بروز تضاد در یک پارامتر با خودش ایجاد می‌شود، این نوع تضاد زمانی رخ می‌دهد که می‌خواهیم یک پارامتر خاص همزمان به علت ایجاد یک کارکرد مفید در یک سیستم وجود داشته باشد و از طرفی به علت ایجاد یک کارکرد مضر در سیستم نباشد. در واقع تضاد فیزیکی زمانی رخ می‌دهد که به طور همزمان بخواهیم پارامتر A به علت ایجاد یک کارکرد مفید در عنصری از سیستم وجود داشته باشد و برای رفع محدودیت‌ها و تأمین نیازهای دیگری در همان عنصر نیاز به خصوص مخالف A داشته باشیم. به عنوان مثال به طور همزمان نیاز به گرم بودن یک قطعه در حین سرد بودن آن وجود داشته باشد! در این حالت تضاد فیزیکی رخ می‌دهد. به منظور رفع تضاد فیزیکی در TRIZ از اصول تفکیک استفاده می‌شود[۲۶]. اصول تفکیک خود به ۴ دسته زیر تقسیم می‌شوند.

جدول ۱- قسمتی از ماتریس تضادهای TRIZ [۲۴]

پارامتر بهبود یابنده	پارامتر تضعیف شونده				
	۱- وزن جسم متحرک	۲- وزن جسم ساکن	۳- طول جسم متحرک	...	۳۹- بهره وری
۱- وزن جسم متحرک	+	-	۱۵،۸،۲۹،۳۴	...	۳۵،۳،۲۴،۳۷
۲- وزن جسم ساکن	-	+	-	...	۱،۲۸،۱۵،۳۵
۳- طول جسم متحرک	۱۵،۲۹،۳۴ ،۸	-	+	...	۱۴،۴،۲۸،۹
...	...	...	...	+	...
۳۹- بهره وری	۳۵،۲۶،۲۴،۳۷	۲۸،۲۷،۱۵،۳	۱۸،۴،۲۸،۳۸	...	+

الف) اصل تفکیک فضایی: تلاش این اصل برای جداسازی مکانی نیازهای متضاد است. هرگاه لازم باشد که سیستم در شرایط متناقضی عمل کند یا عملکرد متناقضی را ارائه دهد، تلاش کنید تا (به صورت واقعی یا تئوری) سیستم را به زیر سیستم‌هایش تفکیک کرده، سپس هر کارکرد متناقض را به یکی از زیرسیستم ها واگذار نمایید[۳]. نیاز به تفکیک فضایی در دو حالت زیر اتفاق می‌افتد:

۱- یک ویژگی باید در یک فضا زیاد و در فضای دیگر کم باشد.

۲- یک ویژگی باید در یک فضا باشد و در فضای دیگر نباشد.

ب) اصل تفکیک زمانی: پیشنهاد این اصل، جداسازی زمانی نیازهای متضاد است. نیاز به این اصل در دو حالت زیر اتفاق می‌افتد:

۱- یک ویژگی باید در یک زمان زیاد و در زمان بعدی کم باشد.

۲- یک ویژگی باید در یک زمان باشد و در زمان بعدی نباشد.

ج) اصل تفکیک بر اساس شرایط: ایده جداسازی نیازمندی‌های متناقض، هنگامی که یک فرایند کمکی در شرایط خاصی اتفاق می‌افتد، برای حل رفع تناقض‌ها سودمند است. سیستم یا محیط آن باید به نحوی تغییر کند که فقط فرایند کمکی اتفاق بیافتد. به عنوان مثال در آشپزخانه، آبکش آب را عبور می‌دهد، ولی ماکارونی را نگه می‌دارد [۳]. نیاز به بهره‌گیری از اصل تفکیک بر اساس شرایط وابسته به وجود یکی از حالت‌های زیر است:

۱- یک ویژگی باید در یک وضعیت بزرگ و در وضعیت دیگر کوچک باشد.

۲- یک ویژگی باید در یک وضعیت باشد و در وضعیت بعدی نباشد.

د) اصل تفکیک بین یک کل و اجزایش: بر اساس این اصل، هر گاه نیاز باشد تا سیستم در شرایط متناقضی کار کند یا کارکردهای متناقضی را ارائه دهد، لازم است تا سیستم را به اجزای تشکیل‌دهنده آن تفکیک کرده، هر یک از کارکردهای متناقض را توسط یکی از اجزا تأمین نماییم. سیستم به جا مانده، باقیمانده کارکردهای مورد نیاز را خواهد داشت [۳].

۳- مدلسازی شیء – اثر و اصول استاندارد: این ابزار به منظور حل مسائل پیچیده کاربرد دارد، از طریق مدلسازی، صورت واقعی و پیچیده مسأله به یک مدل ساده تبدیل می‌شود و با مشخص کردن روابط موجود در مدل، به جستجوی ریشه مسأله پرداخته می‌شود. ۷۶ راه حل استاندارد برای رفع مشکلات تشخیص داده شده در مدل‌های حاکم بر سیستم‌ها تعریف شده‌اند که توانایی

برطرف نمودن ریشه مشکلات را دارند، ۷۶ روش استاندارد حل مسأله خود در ۵ طبقه دسته‌بندی شده‌اند [۲۶] و کاربر با شناخت کلاسی که مسأله در آن قرار می‌گیرد، می‌تواند با بهره‌گیری از استانداردهای تعریف‌شده در آن کلاس، به ساخت و توسعه مدلی تکامل‌یافته اقدام نماید. مسائلی که توسط ابزارهای قبل به سختی حل می‌شوند با استفاده از این ابزار به راحتی قابل حل هستند.

۴- روندهای تکامل: این ابزار با ۸ قانون رشد سیستم‌های فنی توسط آلتشولر معرفی و با تلاش متخصصان به ۳۵ روند تکامل در فناوری و ۳۱ روند تکامل در حوزه‌های مدیریتی و سازمانی توسعه یافته است. کاربران می‌توانند با بهره‌گیری از این ابزار، جهت پیشرفت محصولات و فرایندها حیطه کاری خود را تشخیص دهند [۳]، این ابزار دارای قابلیت شفاف‌سازی وضعیت موجود و نمایاندن مرحله بعدی تکامل برای کاربران است.

۵- ابزارهای غلبه بر اینرسی تفکر:

بسیار رایج است که وقتی می‌خواهیم فرایندی را بهبود دهیم، تلاش می‌کنیم که با استفاده از راهکارهای معمول و رایج به انجام این کار بپردازیم. برخی مواقع انجام کارهای معمولی و تکراری که حتی ممکن است ماهیت علمی هم داشته باشند، انسان را به صورت ربات به فعالیت وا می‌دارد بدون اینکه هیچگونه فعالیت نوآورانه‌ای را انجام دهد، این پدیده را اغلب تحت عنوان اینرسی تفکر یاد می‌کنند. اینرسی تفکر یا سکون روانشناختی و رخوت ذهنی به عنوان یکی از موانع اصلی خلاقیت و نوآوری در انجام امور به شمار می‌رود.

TRIZ از روش‌ها و ابزارهای مختلفی برای رفع محدودیت یاد شده و رهایی از قید و بندهای اینرسی تفکر استفاده می‌کنند که اغلب این ابزارها به منظور ایجاد نگاه متفاوت کاربران به مسائل ایجاد شده‌اند [۲۱]. برخی از این روش‌ها عبارتند از: تفکر چند پنجره‌ای[1]، ابعاد هزینه- زمان[2]، الگوگیری از مردم کوچک هوشمند[3] و تصور خلاق[4]. مهم‌ترین کمکی که این ابزارها می‌توانند انجام دهند رفع چارچوب‌های ذهنی و نگاه نو به مسأله می‌باشد.

۶- نتیجه نهایی ایده‌آل: این ابزار در مرحله تعریف مسأله نیز مورد استفاده است و چنانکه بیان شد هدف نهایی سیستم را نمایان می‌کند؛ در مرحله تولید راه حل به کاربران توصیه می‌کند که با حرکت رو به عقب از ایده‌آل تعریف شده، نقاط امکان‌پذیر را پیدا کنند و به جستجوی راه حل مسأله در دستیابی به آنها بپردازند [۳].

۷- تحلیل کارکرد: ابزار تحلیل کارکرد در مرحله تولید راه‌حل نیز با ساده‌سازی مسأله و شفاف‌سازی نیاز و کارکرد اصلی، به کاربران در تولید راه‌حل‌های کاربردی‌تر در راستای کارکرد مورد نیاز از سیستم کمک می‌کند [۲۲].

۸- منابع: همانطور که در مرحله تعریف مسأله عنوان شد، ابزار کاشف مسأله به جستجوی منابع و محدودیت‌های موجود در سیستم از چهار زاویه منابع تکنیکی، منابع دانشی، محدودیت‌های تکنیکی و محدودیت‌های تجاری می‌پردازد. در TRIZ برای منابع تعریف گسترده‌ای در نظر گرفته شده است:

یک منبع هر چیزی است که می‌توان برای حل مسأله و بهبود در سیستم، بدون هزینه زیاد استفاده نمود. منابع باید ارزان، آزاد و به راحتی در دسترس باشند. منابع موجود در یک سیستم و عناصر آن پایه و مبنای قوی‌ترین و کارآمدترین راه‌حل‌ها هستند که تشخیص آنها فرصت فراوانی برای توسعه مفاهیم و راه‌حل‌ها فراهم می‌نماید[۲۶]. با استفاده صحیح از منابع درون سیستم، نیاز به اضافه کردن هر چیزی از خارج سیستم از بین رفته و امکان تسهیل دسترسی به نتایج مورد نظر فراهم می‌شود. ابزار منابع شرایط مذکور را بدین منظور فراهم می‌نماید.

ابزار منابع در مرحله تولید راه‌حل، فهرستی از منابع موجود در طبیعت در حوزه‌های مختلف صنعتی و تجاری در اختیار کاربران قرار می‌دهد و با تأکید بر این عبارت که: «منابع، کلید اصلی حل مشکلات سیستم‌ها هستند». از کاربران می‌خواهد تا با تعریف دوباره منابع، چگونگی بکارگیری آنها را در مسائل خود بررسی نمایند.

۹- دانش/ اثرات: در TRIZ اعتقاد بر این است که اثرات علمی یکی از اصول حل تناقضات فیزیکی هستند و می‌توانند به عنوان یک ترانسفورماتور (تغییر دهنده) یک عملکرد یا میدان را با بکاربردن اثرات و پدیده‌های هندسی، بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی به عملکرد یا میدان دیگر تغییر دهند. هم اکنون در حدود ۵۰۰۰ اثرات و پدیده‌های متفاوت شناسایی شده‌اند که ۴۰۰-۵۰۰ مورد آنها به لحاظ استفاده در فعالیت‌های مهندسی مرسوم‌تر هستند [۲۶].

این ابزار، ۳ بانک اطلاعاتی قوی در اختیار کاربران قرار می‌دهد؛ بانک چگونگی دستیابی به کارکردها از روشی مؤثرتر، بانک اثرات

1. Multiscreen Thinking
2. Dimensions-Time-Cost
3. Modeling with smart small people
4. Creative Imagination

طبیعی موجود در درون و اطراف سیستم‌ها و بانک اطلاعاتی اختراعات جهانی. این ابزار معمولاً به تنهایی به کار نمی‌رود و به تولید راه‌حل توسط دیگر ابزارها کمک می‌کند[۱۷].

۱۰- تحلیل شکست: تلاش اصلی در این ابزار بر این است تا با تحلیل شکست‌های احتمالی سیستم‌های مورد بررسی، از وقوع آنها پیشگیری نماید. این ابزار به گونه‌ای عمل می‌کند که محصول نهایی از بیشترین قابلیت اعتماد برخوردار باشد [۳]. روند عملکردی این ابزار به گونه‌ای است که بتواند با رویکردی تحلیلی طراحان را از عواقب طراحی‌های خود آگاه نماید و بر این اساس می‌تواند نیاز به اصلاحات و ملزومات اساسی در طراحی‌ها را برای طراحان یادآور شود.

۱۱- پیرایش: در این ابزار بعد از تعیین کارکردهای اصلی و فرعی سیستم‌ها و تعیین روابط آنها با اجزای موجود در سیستم، تلاش می‌شود تا کارکردهای اصلی با کمترین اجزای کمکی و با حذف اجزای غیر ضروری محقق شود. در این ابزار تلاش و تأکید دوباره‌ای بر افزایش میزان ایده‌آلی در سیستم‌ها وجود دارد [۲۱].

۱۲- الگوریتم حل مسائل ابداعی (ARIZ): ARIZ از ابتدای کلمات روسی Algorithm Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch به معنای الگوریتم حل مسأله ابداعی استخراج شده و یکی از ابزارهای تحلیلی قوی TRIZ است. هدف اصلی این الگوریتم، تغییر منطقی موقعیت ابتدایی مسأله به مفاهیمی است که بتواند راه‌حلی برای مسأله ارائه کند[۲۶]. این الگوریتم با تحریک شخصیت مخترع و حفظ او از مسیرهای اشتباه، حرکت وی را به سمت راه‌حل، هدایت می‌کند. مسائلی که توسط دیگر ابزارها قابلیت حل‌شدن نداشته باشند، در مرحله انتخاب به این ابزار منتهی می‌گردند [۱۷]. این ابزار توانمندی بالایی در ارائه راه‌حل برای مسائل پیچیده و غیرتکراری دارد. در حقیقت این روش روندی گام به گام برای شناسایی راه‌حل‌ها و رفع تناقضات در اختیار کاربران قرار می‌دهد. این روش می‌تواند به کاربران در شفاف‌سازی مسائلی که در لایه‌های زیرین یک مسأله فنی غیر شفاف و نامعلوم قرار دارند، کمک نموده و مسأله را از این طریق قابل حل نماید.

لازم است توجه شود که TRIZ علاوه بر ابزارهای عنوان شده دارای ابزارهای دیگری نیز می‌باشد ولیکن آنچه در این قسمت تحت عنوان ابزارهای TRIZ عنوان شد، جزء مشهورترین و پرکاربردترین ابزارها در TRIZ می‌باشند.

با توجه به اینکه متخصصان TRIZ معتقدند که مسأله غیرقابل حل وجود ندارد. در صورت عدم رسیدن به پاسخ برای مسأله، پیشنهاد می‌شود که از دو روش زیر استفاده شود:

الف) تعریف مجدد مسأله:

غالباً محدودیت‌های تعریف شده در مرحله تعریف مسأله، مسائل را غیرقابل حل می‌سازند. چنانچه مسأله‌ای به حل منتهی نگردد، کاربران باید به تعریف و تبیین دوباره منابع و محدودیت‌ها بپردازند. البته لازم به ذکر است که ابزارهای «تولید راه‌حل» خود قادرند به اصلاح مسأله و محدودیت‌های تعریف شده در آن بپردازند؛ به عبارت دیگر اگر محدودیت‌ها مسأله را به بن‌بست بکشانند، ابزارها با هشدار این وقایع، جهت حرکت برای اصلاح اشتباهات را به کاربران نشان می‌دهند. اما این فرایند نیازمند تعهد و ایمان به ابزارهاست و این در حالی است که تمایل ذاتی افراد این است که با جهت‌های توصیه شده به مخالفت بپردازند. تجربه نشان داده است که تلاش کاربران برای حل مسائل در سطحی جدید با منافع حاصل از آن جبران می‌شود [۱۷].

ب) استفاده از ابزارهای رفع اینرسی تفکر:

این ابزارها، به تغییر نحوه تفکر کاربران کمک می‌کنند تا علل و زمینه‌های اصلی عدم دستیابی به راه‌حل‌ها تشخیص داده شود[۱۷]. مهم‌ترین مزیت این ابزارها در هم شکستن قالب‌های بسته ذهنی حاصل از تفکر اولیه و رفع پیش‌فرض‌های محدودکننده موجود در فرایند حل مسأله و جهت‌دهی کاربران به سمت رویکردهای نوآورانه و بدیع می‌باشد. بر این اساس این ابزارها به عنوان یکی از ۱۲ ابزار تولید راه حل نیز در فرایند حل مسأله به روش TRIZ عنوان شده‌اند.

د- مرحله ارزیابی راه‌حل‌های تولید شده در TRIZ

این مرحله آخرین مرحله از چهار مرحله اصلی فرایند نوآوری نظام‌یافته می‌باشد. در این مرحله بهترین راه‌حل از میان راه‌حل‌هایی که در مرحله پیش تولید شده‌اند، انتخاب می‌شوند. هدف از انجام این مرحله، دسترسی به شیوه‌ای منطقی برای مقایسه بین راه‌حل‌های مختلف و غیرهم‌جنس و کسب اطمینان از رسیدن به بهترین راه‌حل می‌باشد. TRIZ بدین منظور از روش‌های ارزیابی متداول در خارج از محدوده خود مانند تصمیم‌گیری چند معیاره[1] استفاده می‌کند[۲۱].

هـ- تکرار فرایند

توصیه فرایند نوآوری نظام‌یافته به کاربران

1. Multi Criteria Decision Making

به عنوان یک فرایند چهارمرحله‌ای تکرارپذیر، آن است که پس از دسترسی به راه‌حل نهایی، حداقل یک بار دیگر، این فرایند را دنبال نمایند؛ چون ذهن افراد تمایل دارد تا اولین راه‌حل را به عنوان راه‌حل نهایی و بهترین راه‌حل بپذیرد و با تحسین مداوم راه‌حل به دست آمده از حالت خلاقانه خارج شده و مجدداً به دنیای اینرسی تفکر باز گردد [۲۰]. در چنین موقعیتی، غالباً یافتن راه‌حل‌های بهتر و بهینه‌تر متوقف می‌شود. ولیکن اگر خود را مجبور سازید که حداقل یکبار دیگر این فرایند را تکرار نمایید، از این دام نجات خواهید یافت و لذت ناشی از دسترسی به راه‌حل‌های بهتر را درک خواهید کرد.

مزایای بکارگیری TRIZ توسط سازمان‌ها و افراد

چنانکه در قسمت‌های قبل عنوان شد، TRIZ یکی از تکنیک‌های حل ابداعی مسأله است که علاوه بر توان تولید راه‌حل‌های بدیع، ظرفیت و پتانسیل تعریف صحیح مسأله و ساده‌سازی و قابلیت حل مسائل گوناگون اعم از ساده تا بسیار پیچیده را دارا می‌باشد. در این قسمت به تعدادی از مزایای پیاده‌سازی و استفاده از TRIZ توسط افراد و سازمان‌ها پرداخته می‌شود:

- سرعت بخشی به روند اختراعات و نوآوری [۲۷]؛
- کاهش همزمان هزینه و زمان در عین بهبود کیفیت محصولات و خدمات [۲۲]؛
- تعریف صحیح و شفاف مسأله و گم نشدن در مسائل فرعی و جزئیات[۱]؛
- بهبود مستمر و حرکت به سمت ایده‌آلی و انجام خود به خودی کارکرد سیستم‌ها؛
- دستیابی به نتایج مطالعه‌ای ساختارمند از سرآمدی‌ها و راه‌حل‌های برخاسته از بهترین ذهن‌های خلاق دنیا [۱۷]؛
- استفاده از نتایج مؤثر تحقیقات سایر حوزه‌های فناوری و اجتناب از دوباره‌کاری [۹]؛
- ایجاد توانمندی حل مسأله و نگرش مطلوب به مسائل و مشکلات جهت حل بهینه آنها به جای اجتناب و ترس از مسأله؛
- پیش‌بینی صحیح روند ابداعات و اختراعات در آینده؛
- حرکت در جهت تولید بدون نقص و ضایعات؛
- رفع محدودیت های تفکر خلاق و اجتناب از اینرسی تفکر؛
- بهره‌برداری بهینه از پتانسیل بالقوه افراد و سازمان‌ها در جهت توسعه فردی و سازمانی؛
- حل مسائل پیچیده که در ظاهر غیرقابل حل به نظر می‌رسند.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

هدف این مقاله از یک جهت ایجاد آشنایی مقدماتی و مختصر با دانش TRIZ و از جهت دیگر ایجاد پرسش در ذهن خوانندگان در زمینه چگونگی عملکرد و کاربردی کردن مباحث عنوان شده است تا زمینه مطالعات وسیع‌تر و گسترده‌تر خوانندگان جهت بهره‌برداری از دانش گسترده TRIZ و ابزارهای آن در جهت بهبود انجام فعالیت‌های بخش تحقیق و توسعه فراهم آید. نویسندگان به این امر تأکید دارند که در این مطلب مختصر و کوتاه نمی‌توان موضوع وسیعی چون TRIZ را به طور تمام و کمال گنجاند، ولیکن می‌توان رسالت و کارکرد این مقاله را نمایاندن اهمیت موضوع در جهت توسعه توانمندی‌های سازمانی و فردی و گشودن راهی برای ادامه بهره‌برداری از این دانش در حل مسائل فراروی فعالیت‌های تحقیق و توسعه عنوان کرد.

با توجه به اثبات قابلیت‌های بالای TRIZ در زمینه سرعت‌بخشی و کاهش زمان، کاهش هزینه‌ها و ارتقای کیفیت نوآوری در تمام عرصه‌های تولیدی و خدماتی در پژوهش‌های قبلی [۲۷،۲۲،۵] و با وجود تلاش‌های بیش از ۶۰ ساله متخصصان در دنیا به منظور توسعه TRIZ، عدم بهره‌برداری صحیح از TRIZ منجر به محرومیت از تمامی مزایای آن شده و در مسیر حل مسأله زمان بسیار زیادی هدر می‌رود[۲۲،۷]. بر این اساس پیشنهاد می‌شود مدیران پروژه‌ها و سازمان‌های مختلف اعم از تولیدی و خدماتی و به خصوص سازمان‌های تحقیقاتی به علت رویارویی با مسائل پیچیده‌تر، از ابزارهای توانمندساز آن بهره گیرند و فرصت‌های رشد و پیشرفت خود و کشور را در عرصه‌های مختلف فراهم سازند.

نکته حائز اهمیت اینکه TRIZ به جای افراد فکر نمی‌کند و بلکه نحوه صحیح فکر کردن را برای اثربخشی و استفاده بهینه از قابلیت‌های انسانی برای کاربران خود به ارمغان می‌آورد. بنابراین برای استفاده بهتر و بهره‌مندی از نتایج سودمند TRIZ و بهره‌برداری بهینه از ابزارها و فلسفه توانمندساز TRIZ، لازم است از پتانسیل‌های متخصصان این حوزه استفاده گردد. بر این اساس پیشنهاد می‌گردد با آموزش به تیم‌های مخصوص و یا تمام کارکنان و مدیران در این زمینه کار بهره‌برداری از TRIZ را به نحو اثربخش آغاز نموده و با نگاه عمیق به ابزارها از مزایای بالقوه آنها استفاده شود.

۱. مثال مشهوری که در این باره وجود دارد، نحوه مواجهه با «پروژه طراحی خودکار برای نوشتن در فضا» توسط روس‌ها و آمریکایی‌هاست. که در نهایت بعد از تلاش فراوان آمریکایی‌ها و طراحی خودکاری بدین منظور با زحمت و سرمایه فراوان، روس‌ها به نحوی ابداعانه‌تر به این نتیجه رسیدند که مسأله اصلی نوشتن است که با مداد و حتی زغال و ... هم می‌توان در فضا نوشت و نیازی به طراحی خودکار نیست!

بدیهی است که پیاده‌سازی و بکارگیری صحیح و اثربخش هر دانش، متدولوژی و ابزاری نیاز به درک عمیق و شناخت صحیح از فلسفه و روابط میان اجزای آن دارد. از آنجا که TRIZ نیز از این قاعده مستثنی نمی‌باشد بنابراین برای پیاده‌سازی و بکارگیری آن لازم است از نگاه سطحی و کوتاه‌بینانه به آن اجتناب شود. در غیر اینصورت از TRIZ و هر دانشی جز شعار و بیان پاره‌ای مفاهیم و اصطلاحات، نمی‌توان انتظاری فراتر داشت.

References

1. Jones, N. (2003). “Competing after radical technological change: The significance of product line management strategy”, Strategic Management Journal, 24, pp.1265-1287.
2. Altshuller, G. (1984). Creativity as an Exact Science, Gordon and Breach Science Publishers.
3. Terninko, J., Zusman, A., & Zlotin, B. (1998). Systematic innovation: An introduction to TRIZ (theory of inventive problem solving). Boca Raton, FL: CRC Press.
4. Salimi M.H., Salimi S. (1382), “Competitiveness in the international level by generating creative problem solving bases in R&D units”, Fourth national conference on R&D centers of industries and minerals, (in Persian).
5. Zarrinara, A.R. (1388), Homaye salamat, 31, Mehr & Aban, pp. 41-46.
6. Domb, E., & Dettmer, H.W. (1999). “Breakthrough innovation in conflict resolution: Marrying TRIZ and the thinking process”, TRIZ Journal, March, 1–17.
7. Zhang J., Shang J. (2010). “Research on Developing Environmental Protection Industry Based on TRIZ Theory”, Procedia Environmental Sciences, vol 2, pp. 1326–1334.
8. Yu, N. (2005). “An Innovative Engineering Design Model by the Aid of TRIZ Methodology and CAE Technology”, a thesis for the Degree Of master of applied science at the University of Windsor, Ontario, Canada.
9. Bowyer, D. (2008). “Evaluation of the effectiveness of TRIZ concepts in non technical problem solving: utilizing a problem solving guide”, PhD thesis, Pepperdine University, California.
10. Eben, K.G.M., Daniilidis, C., Lindemann, U. (2011). “Problem solving for multiple product variants”, Physics Procedia 9 (2011) 281–293.
11. Li, T. S., Huang, H.H. (2009). “Applying TRIZ and Fuzzy AHP to develop innovative design for automated manufacturing system”, Expert systems with applications, Volume 36, Issue 4, May, Pages 8302-8312.
12. Salimi, M.H. (1387). Innovation Algorithm, Tehran, Resa cultural services institution, (in persian).
13. Lin, P.Y., Lee, T.R., Dadura, A.M. (2011). “Using grey relational analysis and TRIZ to identify KSFs and strategies for choosing importers and exporters: An example of the Taiwanese hand-tool industry, Journal of manufacturing Technology Management, Vol.22 No.4, pp. 474-488.
14. Haghighi D., (1389). “TRIZ: systematic innovation”. ” Journal of Industrial Engineers’ Perspective, Volume 12, Issue spring, pages 4-11,(in Persian).
15. Altshuller, G. (1996). And suddenly the inventor appeared, translated by Shulyak , L., Technical Innovation Center, Inc.
16. Albers, A., Deigendesch, T., Schmalenbach, H. (2011). “TRIZ-box-Improving creativity by connecting TRIZ and aircrafts”, Physics Procedia, 9 (2011), pp. 214–221.
17. Salimi, S. (1384). “Technology Forcasting by TRIZ”, MSC.Thesis in Iran university of science and technology, (in Persian)
18. Noori, S., Shojaeei, A.R., Karimi, M. (1384). “Usage of VE & TRIZ on project management”, 3rd international conference of management, Tehran, (in Persian).
19. Mohammad kaveh, S. (1376). “ the organizations’ life cycle”, Eshraghiyye publication, (in Persian).
20. Mann D. (2002). Hands-on systematic innovation, Ieper: CREAX Press, Malaysia.
21. Mann D. L. (2004), Hands-on Systematic Innovation for Business and Management, Clevedon, UK: IFR Press.
22. Jafari, M., Akhavan, P., Zarghami, H.R. (1390). “Using TRIZ tools for access to aims of time, cost and Quality gold triangular at researched and project-based organization”, 2nd international conference of strategic project management, Tehran, ordibehest 1390.(in Persian)
23. Kalevi, R., Domb, E. (2008). Simplified TRIZ, 2nd ed., Auerbach Publications, New York, NY.
24. Shulyak, L. (1388), “40 key principles for innovation” translated by Karimi, M. & Mirkhani, S.N, Iran, Resa cultural services institution. (in Persian).
25. Retseptor, G. (2003). “40 Inventive Principles in Quality Management, TRIZ Journal, March.
26. Mansoorian, A.R. (1386). Innovation Engineering TRIZ, Tehran, Resa cultural services institution, (in persian).
27. Souchkov V. (2005). Accelerate Innovation with TRIZ, ICG T&C.