فصلنامه آموزش مهندسی ایران، شماره ۳۲، سال هشتم، ص ۱۹-۱

لزوم آموزش مباحث خلاقیت و نوآوری در دانشگاه‌ها

علیرضا منصوریان[۱] و فاطمه حیدریان نائینی[۲]

۱. دانشکده مهندسی صنایع، مرکز مهندسی خلاقیت و نوآوری، دانشگاه صنعتی مالک اشتر

۲. مرکزعلمی پژوهشی خلاقیت شناسی، نوآوری و TRIZ

چکیده: خلاقیت و نوآوری از مسائل بسیار مهمی است که با وجود تدریس دروس آن در کشورهای پیشرفته و حتی وجود رشته‌های متنوع در دانشگاه‌ها و کالج‌ها در کشورهای مختلف، در نظام آموزشی ایران نبود آن بسیار بارز و مورد توجه است. با توجه به گسترده بودن تکنیک‌های خلاقیت و نوآوری و کاربردهای متنوع آنها، در این مقاله به‌طور ویژه به یکی از جنبه‌ها و تکنیک‌های خلاقیت (مهندسی خلاقیت TRIZ) پرداخته شده است. مهندسی خلاقیت TRIZ یکی از جامع‌ترین و نظام مندترین تکنیک‌های خلاقیت و از پایگاه دانشی وسیعی برخوردار است که در این مقاله اجزای آن از جمله ایده‌آل گرایی، ۴۰ اصل ابداعی و ... معرفی شده است .

واژه‌های کلیدی: آموزش، خلاقیت، نوآوری و مهندسی خلاقیت TRIZ .

۱. مقدمه

توسعه نوآوری و تفکر خلاق برای حل ابداعانه مسائل صنعت و در سازمان‌های متنوع علمی ـ کاربردی از مسائل بسیار با اهمیت به شمار می‌آید و متدولوژی‌های مختلفی برای توسعه و پیشرفت تکنولوژی، حل ابداعانه مسائل و پیدا ساختن راه‌حل ایده‌آل پیشنهاد شده است که هرکدام در جنبه ویژه‌ای به متخصصان و دانشجویان کمک می‌کند. یکی از این متدولوژی‌هایی که در سال‌های اخیر معرفی شده و در همین مدت کوتاه نیز به پیشرفت‌های چشمگیری در صنایع و سازمان‌های مختلف منجر شده، مهندسی خلاقیت TRIZ (تئوری حل مسئله ابداعی) است.

رقابت و بیم از کنار رفتن از صحنه تجارت و توسعه، بیشتر شرکت‌ها و سازمان‌ها را شیفته و علاقه‌مند به روش‌های مدیریتی و تکنیک‌های کاری جدید ساخته است و آن را تلاشی برای سازگاری سازمان (شرکت‌ها و سازمان‌ها) به تغییرات اکولوژی بازار می‌دانند . برای عبور از این مرحله و به دست آوردن پیشرفت‌های غیرمنتظره، محققان و پژوهشگران بسیار زیادی برای پیدا کردن بهترین راهکارهای پیشرفت و توسعه نوآوری تلاش کرده‌اند. روش‌های متعددی نیز در طی سالیان دراز ابداع شده است که هر کدام راهکارهای نوینی پیش روی پژوهشگران و محققان گشوده است که می‌توان به روش‌های متنوع مدیریتی، بهبود مستمر کیفیت، نظام پیشنهادها، سیستم‌های تفکرخلاق، مهندسی خلاقیت بیونیکی و مهندسی خلاقیت TRIZ (تئوری حل مسئله ابداعی یا سیستم نوآوری نظام یافته) اشاره کرد[۱] .

مهندسی خلاقیت TRIZ که در این مقاله به آن پرداخته شده، یک روش سیستماتیک برای ترغیب تکنولوژی خلاقیت، نوآوری و مهندسی ابداع است و برپایه اطلاعات و یک‌سری ابزارهای نرم افزاری است. این روش در بسیاری از دانشگاه‌های جهان در رشته‌های متنوع فنی مهندسی تدریس و از دانشجویان این رشته‌ها برای هدایت شرکت‌های مختلف در کشورهای روسیه، آمریکا، ژاپن و اروپا استفاده می‌شود. برای مثال، در صنعت

اتومبیل سازی و در شرکت‌های بزرگ مانند GM، FORD، CHRYSLER، TOYOTA، DONA، ROCKWELL و TRW دانش آموختگان مهندسی خلاقیت TRIZ به کار گرفته‌شده‌اند و در ارتباطات و صنعت الکترونیک در MOTOROLA، HONEYWELL و NORTEL، در پتروشیمی توسط شرکت‌هایی مانند AMOCO، DOW و EASTMAN، در زمینه تولیدات مصرفی مانند XEROX، KODAK، GAMBLE و ROCTOR ، در هواپیمایی در شرکت‌های پیشرفته مانند McDONNELL DOUGLAS، ALLIED SIGNAL، BOEING، NASA و LOCKHEED دانش آموختگان مهندسی خلاقیت TRIZ این دانش را به کار برده‌اند[۲] .

به کارگیری صحیح این روش سیستم را به سمت افزایش سرعت تولید و بهبود کیفیت فرایندهای R&D، کاهش ضایعات[TRIZیکی از ابزارهای بسیار مؤثر در روش شش سیگما برای رسیدن به ضایعات صفر و کمربندهای مختلف است که در روش شش سیگما به آنها اشاره شده است] و کاهش زمان تجارت سوق می‌دهد. همچنین، تولیدات شرکت سریع‌تر و بسیار دقیق‌تر به فروش می‌رسد. علاوه براین، به کاربردن این روش می‌تواند به‌عنوان اهرمی برای تغییرات بسیار عمیق در فرایندهای تحقیق و توسعه و طراحی‌های نوآورانه و خلاق به حساب آید که با این راهکار نوآوری و تفکر خلاق در سازمان نهادینه می‌شود و پیشرفت‌های چشمگیری در این راه به دست می‌آید[۵] .

از دید مهندسی این روش ممکن است ابزاری تفکری و روانشناسی به نظر برسد و یک پایگاه کاربردی اطلاعات برای افزایش توانایی‌های حرفه‌های تخصصی و برای بهره‌برداری سیستماتیک حرفه‌ای و پتانسیل ذهنی در توسعه تکنیکی و بهره وری به حساب آید . ولی به صورت عملی راه حل‌های ابداعی فراوانی برای حل مسائل مختلف صنایع متنوع ارائه کرده است[۳] .

در این مقاله خلاصه‌ای از تاریخچه این روش ارائه و اصول تئوری‌های قبلی توضیح داده شده و در خصوص ابزار این روش برای کاربرد و نتایج کاربردی آن بحث شده است. انشاء ا... در مقاله‌های بعدی در خصوص عملیاتی شدن آن به عنوان حداقل یک درس

برای رشته‌های مهندسی و همچنین، سرفصل درسی آن توضیحاتی ارائه خواهد شد.

۲. تاریخچه

بنیانگذار دانش مهندسی خلاقیت TRIZ (بر گرفته شده از حروف اول کلمات روسی Theory of Inventive Problem Solving یا TIPS یا تئوری حل مسئله ابداعی) دانشمند خلاقیت شناس روسی جنریک آلتشولر(Generic Altshuler) است. او در سال ۱۹۴۶ موفق شد با تشخیص یک روش ابداعی، تنفس زیر آب را بهبود بخشد و با این اختراع در ناوگان شوروی به عنوان یک پژوهشگر استخدام شود. وی هزاران اختراع و ابداع را، که در طی سالیان گذشته توسط محققان مختلف ارائه شده بود، در محل کارش مورد مطالعه قرار داد و کشف کرد که اصول و قواعد مشخصی در این ابداعات به کار برده شده و در بیشتر موارد از اصل‌های مشابهی برای حل مسائل به ظاهر متفاوتی استفاده شده است. او اظهار داشت با مطالعه سیستماتیک این اصول محققان و پژوهشگران می توانند راه حل‌های متنوع و مناسبی برای مسائل خود به دست آورند و بدین طریق حل مسائل از روند آزمایش و خطا خارج می‌شود و مخزنی از راهکارها و اصول مناسب در دسترس آنها قرار خواهد گرفت تا سریع‌تر و دقیق‌تر راه حل مسائل خود را بیابند. نامه‌ای که آلتشولر در سال ۱۹۴۸ برای استالین نوشت، موجب بازجویی و شکنجه او و در آخر محکوم شدنش به ۲۵ سال زندان شد[۴] . او در زندان روسیه، در قسمت سردسیری شمالی، اولین تحقیق خود را در زمینه TRIZ آغاز و در زندان با تمام دانشمندان و مهندسان این مسئله را بازگو کرد و این تئوری را گسترش داد و مدت کوتاهی بعد از مرگ استالین در سال ۱۹۵۳ از زندان آزاد شد. دو سال بعد، آلتشولر نخستین مقاله خود را در باره TRIZ منتشر کرد. بعد از گذشت سال‌ها، با وجود بعضی ضعف‌ها و پیشرفت‌ها، این روش در شوروی در حل هزاران مسئله تکنولوژیکی و در اطلاعات علمی و مهندسی به کار برده شد. در این سال‌ها به دلیل مسائل سیاسی این روش در رکود بود و تنها مطالعات محدودی توسط شاگردان آلتشولر انجام می‌شد، ولی آلتشولر در این زمینه ۱۴ کتاب و صدها مقاله منتشر کرد . او ۲۰۰ هزار اختراع

را مطالعه و حدود ۴۰ هزار راه حل‌های مؤثر را در این زمینه بیان کرد؛ در این کار او یک محیط کلاسیک برای ادامه این ابداعات فراهم ساخت و با مطالعه ۴۰ هزار ابداع، ابزارهای متنوع TRIZ را معرفی کرد. اگر بخواهیم به طور خلاصه نتیجه فعالیت‌های آلتشولر را تشریح کنیم، باید اشاره شود که وی مشاهده کرد که در طی سالیان متوالی اختراعاتی در حوزه‌های مختلف انجام شده است که همگی از اصول یکسانی تبعیت می‌کنند. برای مثال، مشاهده شد که در تمام مسائل زیر از اصل افزایش تدریجی فشار هوا و کاهش ناگهانی آن (ذخیرهٔ انرژی و آزاد کردن آن) استفاده شده است[۳]:

۱. خارج کردن تخم از فلفل؛
۲. پوست کندن تخمه‌های آفتابگردان؛
۳. تمیزکردن فیلتر؛
۴. خارج کردن قطعات از بسته بندی محافظ آنها؛
۵. شکستن الماس‌های بزرگ از محل ترک‌های میکروسکوپی (۲۷ سال بعد از پتنت فلفل به ثبت رسیده است)؛
۶. تهیهٔ پودر شکر از کریستال‌های شکر؛
۷. جدا سازی قسمت‌های زنگ زده در سپر خودرو.

در نهایت، آلتشولر ۴۰ اصل استاندارد (پیوست)، ۸ قاعده، ماتریکس تناقضات و موارد کلیدی مانند روش‌های تعریف یک مسئله ابداعی، سطوح ابداعات، مسئله‌های تکاملی و مسئله‌های ابداعی را استخراج و معرفی کرده است.

۳. تعریف

یکی از مشکلات بسیار مهمی که محققان و به ویژه دانشجویان علوم مختلف به آن مبتلا هستند، سکون و ثبات فکری است. محقق یا پژوهشگری که سکون فکری دارد، در حل مسائل خود تنها یک راهکار و راه را مشاهده می‌کند و راه‌های دیگر را فرعی و غیر مفید می‌داند. حال این سؤال ایجاد می‌شود که چگونه می توان تفکر انسان را از حصار در طرح‌ها و کانال‌های ثابت آزاد ساخت و به سمت تفکر جانبی فراتر از کانال‌های فکری

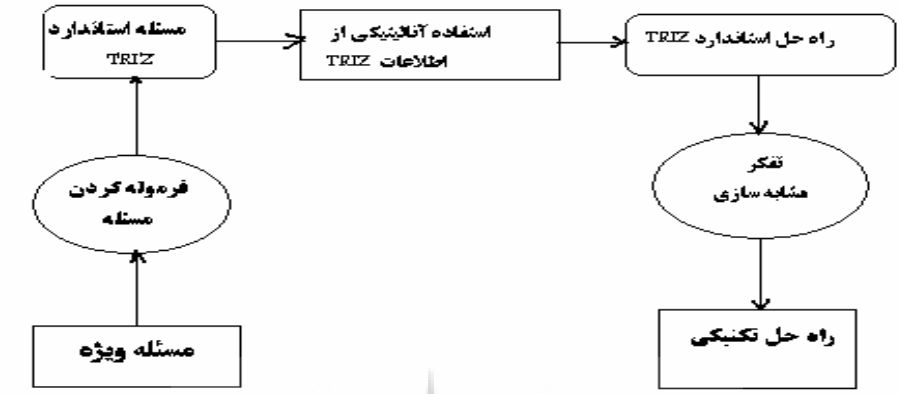
راهنمایی کرد.

در اینجا مهندسی خلاقیت TRIZ به همراه راهکارها و روش‌های مختلف خلاقیت مانند طوفان ذهنی (Brainstorming)، تفکر جانبی (Lateral) و ... به کمک محققان شتافته و مخازن گسترده‌تر و متنوع‌تری در اختیار پژوهشگران قرار داده وآنها را از تفکر یک جهته به سمت تفکر چند جهته رهنمون شده است و، بدین طریق راه حل‌ها و راهکارهای مختلفی توسط پژوهشگر انتخاب می‌شود و مسائل سازمان و صنعت سریع‌تر حل خواهد شد[۵].

مهندسی خلاقیت TRIZ زمینه‌ای را برای ارتباط با نرم افزارها فراهم کرده و افراد را به سمت همکاری‌های خلاق رهنمون شده است. در اصل، مهندسی خلاقیت TRIZ نوعی متدولوژی تفکر و آنالیز است که به برطرف کردن ثبات فکری با به کاربردن اصول سیستماتیک تمایل دارد و راه حل‌های مسائل را پیش روی مهندسان قرار خواهد داد .

یک حل کننده مسئله کسی است که از این تئوری، ابزار و متدولوژی استفاده و راه‌حل‌هایی برای مسائل پیدا می‌کند. این راه قصد دارد که ثبات دید روانشناسی و حرفه‌ای و تفکرات از قبل شکل گرفته را از بین ببرد و محدودیت را از راه‌های بررسی حقیقت برطرف سازد. این نوع تفکر و دید حقیقی که توسط مهندسی خلاقیت TRIZتشویق می‌شود، موجب تفکر خلاق انسان خارج از کانال‌های محدود کننده و نمونه‌های قبلی می‌شود. در مقایسه با روش‌های معمولی، مهندسی خلاقیت TRIZ انتقال اطلاعات و آگاهی‌های تکنولوژیکی را ترغیب می‌کند[۶].

خروج از کانال‌های فکری منظم نمی تواند به وسیله توفان فکری خلاق به طور عمومی صورت گیرد، ولی با آزمایش سیستماتیک می‌توان موارد مشابه کاربردی مناسب از زمینه‌های متنوع علوم و تکنولوژی را به دست آورد که می‌توانند در حل مسائل بسیار کمک کننده باشند[۲].



شکل ۱ : طرح شماتیک متدولوژی TRIZ

در شکل ۱ چهارچوب اساسی پیدا کردن راه حل مسائل با مهندسی خلاقیت TRIZ نشان داده شده است، به گونه‌ای که مسئله ویژه طبق تعاریف مهندسی خلاقیت TRIZ تقسیم بندی و فرموله شده و نوع مسئله مشخص می‌شود [یکی از موارد اساسی که در مهندسی خلاقیت TRIZ به آن اهمیت داده شده، تشخیص صحیح مسئله است] و سپس، این مسئله به یکی از مسائل استاندارد مهندسی خلاقیت TRIZ تبدیل و راه حل استاندارد آن از ابزارهای مختلف مهندسی خلاقیت TRIZ مانند ماتریکس تناقضات استخراج می‌شود. در مرحله بعدی یک یا چند راه حل استاندارد استخراج شده به راه حل تکنیکی و فنی تبدیل می‌شود که این کار به تخصص و خلاقیت حل کننده مسئله ارتباط دارد[۳].

با پیشرفت علوم مختلف متخصصان TRIZ نیز پژوهش‌های فراوانی بر روی این متدولوژی انجام داده و اصول جدید و نوینی ابداع کرده‌اند که در حل خلاق مسائل مکملی برای چهل اصل ابداعی است که به تعدادی از این اصول و کاربردهای آنها در حل مسائل اشاره می‌شود .

۳ . ۱. اصل ایده آل گرایی

ابزار تفکر، متدولوژی و نرم افزار محقق را به تشکیل یک سیستم با کیفیت ایده آل

رهنمون می سازد .

مسئله: در یک مرغداری بزرگ برای تولید تخم مرغ یک نوار تسمه‌ای تخم مرغ‌ها را از مکان تخمگذاری به مکان بسته بندی منتقل می‌سازد. در مکان بسته بندی یک بازوی اتوماتیکی هر تخم مرغ را از نوار بلند می‌کند و در مکانی که ماشین علامتگذاری تاریخ تولید قرار دارد می‌گذارد و سپس، این بازو تخم مرغ را به ظرف بسته بندی منتقل می‌کند. مدیریت مزرعه می خواهد این فرایند را از نظر زمان، هزینه و پیچیدگی بهبود ببخشد. ***تفکر TRIZ در باره مسئله از دید ایده آل گرایی:*** حل کننده مسئله در این روش با استفاده از ابزارهای گوناگون راه حل‌های متنوعی را برای مسئله بررسی و از کنار گذاشتن هرگونه راه حل ارائه شده اجتناب می‌کند و در آخر راه حل مناسب انتخاب می‌شود. در این روش بهترین سیستم‌آن است که این کار را در حداقل زمان انجام دهد. سیستم‌های برنامه‌ریزی شده توسط TRIZ با کمترین وسیله، کمترین اجزا و سطح پیچیدگی مورد انتظار کار می‌کنند. ***راه حل TRIZ برای حل مسئله به وسیله اصل ایده آل گرایی*** این است که یک علامتگذار تاریخ تولید باید در طرف داخلی بازوی بلند کننده تخم مرغ قرار بگیرد تا هر وقت این بازو هر تخم‌مرغ را بلند کرد، آن را تاریخ گذاری و مستقیماً به درون ظرف بسته بندی وارد کند. این راه حل به طور کامل ماشین تاریخ گذار را حذف می‌کند و در حقیقت، نتیجه مورد نظر به دست می‌آید و بدون به کار گماشتن یک ماشین (بدون هزینه و عملکرد) این فرایند درون سیستم انجام می‌شود. با به کار بردن اصل ایده‌آل‌گرایی، مهندسان بین‌المللی ایده آل گرا برای پروژه تولید ترمز وسیله نقلیه انتخاب شده، توانستند تعداد قطعات ترمز را از ۱۲ قطعه به ۴ قطعه کاهش دهند؛ بنابراین، هزینه تولید ۵۰ درصد کاهش یافت. بدین ترتیب، سطح اعتبار عمومی سیستم بالا می‌رود .

البته، اصل یاد شده در جریان هر سیستم دیگر (الکترونیک، مکانیک، شیمی، فیزیک نور و نرم افزار) و در ترکیب زیر سیستم‌ها در زمینه‌های متنوع(الکترواپتیک، بیوتکنولوژی و غیره) به کار می‌رود[۲].

۲.۳. اصل تناقض‌ها

ابزار تفکر، متدولوژی و نرم افزار محقق را به تشخیص و استفاده از مغایرت‌ها (تناقض‌ها) در یک سیستم راهنمایی می‌کند.

مسئله: یک تولید کننده ماشین‌های بزرگ با یک وضع دشوار مواجه شده است و آن کاهش وزن درب ماشین است، درصورتی که زمینه‌های حفاظت جانبی مسافران در اثر تصادفات ثابت باقی بماند . برای بهبود مصرف سوخت روی همرفته وزن ماشین باید کم شود و وزن درب [چون یک میله فولادی بزرگ در قسمت جلو که اثر ضربه را در تصادف می‌گیرد وجود دارد] نیز باید کاهش یابد، بدون اینکه خاصیت استحکامی آن تغییری پیدا کند. ***تفکر TRIZ در باره مسئله از دید تناقض‌ها***: ذهن انسان از ابهامات و موقعیت‌های ناسازگار و تناقض‌ها در پژوهش‌ها اجتناب می‌کند. بنابراین، این مسئله غامض باید قابل تصور شود و باید تناقض حذف یا تخفیف داده شود و با چهارچوب و طرح فکری انسان سازگار شود. حل کنندگان مسئله در این روش با استفاده از مطالعه مسئله به سمت پیدا کردن تناقض‌ها در سیستم و به کاربردن آنها در جهت بهره وری به پیش می‌روند. تناقض‌ها در هر سیستم تکنولوژیکی/ مهندسی وجود دارند. برای مثال، نیرومند کردن اجزای فیزیکی نیاز به ضخیم و سنگین کردن آنها دارد که با کاهش سرعت یا توسعه حجم اجزا در تقابل است [۲].

هر عنصر یا خاصیت در یک سیستم دارای کیفیت‌های مثبت و منفی است. روش‌های بهبود بخش کلاسیک در سیستم‌ها، با تقویت کردن یک جزء، همزمان با بعضی خواص منفی بسیار قوی همراه است. برمبنای این روش، آلتشولر جدول تناقض‌ها را ابداع کرد که در آن تناقض‌های بنیادی ـ تجربی در میان ۳۹ پارامتر مهندسی [مانند وزن، نیرو، سمت، هزینه، بهره وری و ...] و راه حل‌های اختراعی پیشنهاد شده [از مطالعات هزاران اختراع به دست آمده] برای هر تناقض عمومی ارائه شده است. حل کننده مسئله کسی است که تناقض‌ها را در سیستم تشخیص دهد و با استفاده از جدول تناقض‌ها (۳۹*۳۹ تناقض) و اصول ابداعی، یک یا چند اصل را انتخاب و مطالعه و راه حل مناسب برای برطرف کردن

تناقض‌ها را پیدا کند. مزیت این روش این است که راه حل‌های بنیادی به حل کننده پیشنهاد می‌کند که به فضای تخصصی محدود نمی‌شود، بلکه از ترتیب وسیعی از راه‌حل‌های کاربردی در تمام زمینه‌های علوم و تکنولوژی بهره مند می‌شود. ***راه حل TRIZ برای مسئله با استفاده از اصول تناقض‌ها*** : با استفاده از جدول کلاسیک (دستیابی فعل و انفعالی در آگاهی‌ها)، راه حل‌های ابداعی مورد بررسی قرار می‌گیرد تا راه حلی برای تناقض بین پارامترهای مهندسی وزن شیء در حال حرکت(وزن درب) و نیرو (توانایی درب برای حفظ مسافران در برابر ضربه‌های جانبی) مشخص شود. با استفاده از ابزارهای مختلف مانند نرم افزارهای TRIZ چهار راه حل برای مسئله نمایان می‌شود که در مقاله دو مورد بررسی شده است. یکی از این راه حل‌های بنیادی برای تناقض بحث شده استفاده از مواد ترکیبی [برای مثال، پلاستیک تقویت شده با فیبرهای کربنی] است که سبک‌تر و قوی‌تر از فولاد هستند. البته، این موارد امروزه در ساخت اجزای هواپیماهای جنگنده پیشرفته به کار می‌رود. راه حل بنیادی دیگر برای این نوع تناقضات استفاده و جایگزین کردن اجزای متغیر به جای اجزای ثابت است، به گونه‌ای که خاصیت فیزیکی آنها فقط در شرایط اختصاصی که با آن روبه‌رو می شوند تغییر می‌کند. یک راه‌حل مطابق این اصل نصب کیسه‌های هوا در داخل درب است [که امروزه در اتومبیل‌های لوکس از آن استفاده می‌شود]. استفاده از اصل تناقضات به مهندسان اندیشه گرا اجازه می‌دهد تا در جهت بهبود کیفیت و اثر بخشی موتور هواپیما حرکت و کمبود انرژی مورد نیاز را جبران کنند[۳] .

۳ .۳. استفاده از منابع

اجزای فکری، اساس آگاهی و متدولوژی مشاهده کننده را به سمت تشخیص و استفاده بیشتر از منابع موجود در سیستم راهنمایی می‌کنند. مسئله : خروج گاز از ماشین‌های سوختی [که از بنزین استفاده می‌کنند] یا از فرایندهای تولیدی متنوع که باعث زیان دیدن افراد مجاور این سیستم‌های ویژه می‌شود [۲] .

وضع قانون‌های جدید برای محافظت از محیط و کارگرها در حال حاضر بسیار ضروری است. پایین آوردن سطوح ویژه آلودگی وکاهش تأسیسات پرهزینه در ماشین‌ها و مصنوعات ماشینی باید دنبال و انتشار آلودگی باید کنترل شود. تفکر TRIZ در ارتباط با این مسئله از دید سودمندی و بهره گیری از منابع موجود: حل کنندگان مسئله روش و وسایل مورد استفاده در یک سیستم مهندسی تکنولوژیکی را مورد بررسی قرار می‌دهند. به‌طور کلی، وسایلی که به صورت آشکار یا مخفی یا مشتق شده در این سیستم وجود دارد، منابع سیستم نامیده شده است. فرض بر این است که یک راه حل مناسب برای مشکلات در سیستم‌های مهندسی ـ تکنولوژیکی هیچ منبعی (وسیله‌ای) به سیستم اضافه نکند. اما بهره‌وری از وسایل موجود حتی اگر مخفی باشند، بالا رود. برای مثال، برخی از منابع مخفی عبارت‌اند از : منابع انرژی (گرمای خارج شده در حین فرایندهای عملکردی سیستم)، منابع زمانی (فاصله‌های زمانی مرده در هریک از زیر مجموعه‌های عملکرد سیستم در حین فعالیت)، منابع مادی (تولیدات بیهوده یا اجزای بیهوده موجود در سیستم) و موارد دیگر . ترکیب منابع موجود منابع ثانویه زیادی را فراهم می کند. برای مثال، یک فراورده کاملاً بیهوده به وسیله منابع گرمایی تولید می‌شود و به وسیله آن سیستم ممکن است نوع جدیدی از منابع موجود تولید کند که می‌تواند به عنوان پوشش یا انرژی مورد استفاده قرار گیرد . استفاده از منابع موجود در یک سیستم موجب مصرف و بهتر سازی منافع می شود[۲] .

راه حل TRIZ برای حل مسئله به وسیله اصل سودمندی منابع : اساس و پایه اطلاعات، بشر را به سمت استفاده از انتشار گازها در ماشین‌های سوختی برای بسیاری از هدف‌های مثبت راهنمایی می کند. گازهای خارج شده از موتور ماشین می تواند برای به فعالیت واداشتن یک آگاهی دهنده و در بسیاری از موارد دیگر مانند دزدگیر خودکار، بادکردن لاستیک‌ها و موارد لازم دیگر استفاده شود. در بسیاری از موارد مسئله را می‌توان حتی با یک منفعت جهت دار به کلی حل کرد. در یک تراکتور این کار انجام می‌شود. لوله خروجی اگزوز تراکتور به خیش (تیغه آهنی) متصل می‌شود تا گازها در سطح تیغه آزاد

شوند. در این فرایند بعضی گازهای مضر از میان خاک تصفیه می‌شوند (یک فیلتر کارآمد). لبه تیغه یک پوششی برای محافظت پیدا می‌کند و خاک با اجزای آلی غنی می‌شود. این راه حل ویژه و زیبا در حل مسئله گاز آلودکننده است، چون آن دو منفعت به همراه دارد، بدون اینکه منابع انرژی و مادی اضافی برای سیستم اختصاص دهد. آن یک راه حلی است که راه حل‌های بی نهایت ویژه‌ای برای مسئله خروج گازها ارائه می‌کند.

در سال‌های اخیر، این اصل و بسیاری از اصول دیگر در یک چهارچوب در سه روش سیستماتیک منظم شده‌اند و برای رهبری و هدایت مصرف کننده در حل مسائل در کوتاه‌ترین زمان استفاده می‌شوند. این روش و اسباب‌ها و لوازم نرم افزاری در سه فضای متداخل عمل می‌کنند. البته، هر کدام به صورت جداگانه هستند، اما در یک روش صحیح فعالیت می‌کنند[۳] .

٤. اجزای اصلی دانش خلاقیت شناسی TRIZ

به طور خلاصه، اجزای اصلی دانش خلاقیت شناسی TRIZ یا به عبارتی، مهندسی خلاقیت TRIZ به شرح زیر است:

٤ .١. قانون افزایش سطح ایده آل بودن(قانون کمال):

به این معنی که نظام‌های فنی همواره به سمت افزایش درجه ایده آل بودن یا کمال خود پیش می روند. ایده آلی یا سطح ایده آل بودن عبارت از نسبت جمع کلیه جنبه‌های مثبت و مفید سیستم(ui) به جمع کلیه جنبه‌های منفی و مضر سیستم (Hi) است (I=Ui/Hi).

٤ .٢. سیستم چهار مرحله‌ای حل مسئله :

۱) شناخت مسئله

۲) فرمول بندی مسئله

۳) جستجوی مسائل قبلاً حل شده (استفاده از ۳۹ پارامتر مهندسی)

۴) استفاده از الگوهای راه حل‌های کشف شده(به کارگیری ۴۰ اصل اختراع)

٤ .۳. سطوح پنج گانه حل مسئله و نوآوری:

۱) راه حل‌های مشخص

۲) بهبودهای کوچک

۳) بهبودهای بزرگ

۴) مفاهیم جدید

۵) کشف‌های بنیادی

سطوح پنج گانه حل مسئله و نوآوری				
سطح	**منبع دانش**	**درصد راه‌حل‌های ثبت شده**	**درجهٔ ابتکار**	**تعداد تقریبی راه‌حل‌های بررسی شده**
۱	دانش شخصی	٪۳۲	راه حل‌های بدیهی	۱۰
۲	دانش درون یک شرکت	٪۴۵	بهبود جزیی	۱۰۰
۳	دانش درون یک صنعت	٪۱۸	بهبود کلی	۱۰۰۰
۴	دانش ورای صنعت	٪۴	خلق مفاهیم جدید	۱۰۰۰۰۰
۵	تمامی دانسته‌ها	٪۱	اکتشاف علمی	۱۰۰۰۰۰۰

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

٤ .٤. تحلیل ماده- میدان (تحلیل Vepol):

با استفاده از این تحلیل مسائل به طور کلی به دو دسته تقسیم می شوند :

۱- مسائل آشنا (مانوس) با عنوان مسائل استاندارد

۲- مسائل ناآشنا (نامانوس) با عنوان مسائل غیر استاندارد

٤ . ٥. قوانین هشت گانه تحول و تکامل نظام‌های فنی (قوانین پیشرفت فناوری)

٤. ٦. تعداد ۷٦ راه حل ابداعانه استاندارد :

مسائل استاندارد شناخته شده با تحلیل Vepol می توانند با استفاده از این ۷۶ راه حل ابداعانه استاندارد حل شوند.

٤. ۷. ماتریس تناقض‌ها:

در نظریه TRIZ از مسئله ابداعی با عنوان تناقض تعبیر می شود که معنی آن دو موقعیت متضاد یا دو کیفیت متعارض است؛ یعنی افزایش سطح کیفیت یکی موجب کاهش سطح کیفیت دیگری می شود و حل ابداعانه مسئله، کشف راه حل این تناقض است.

٤. ۸. تعداد ٤۰ اصل برای اختراع و نوآوری

٤. ۹. مجموعه‌ای از تأثیرات علمی اساسی

(تأثیرات فیزیکی، شیمیایی، هندسی و زیست شناختی)

٤. ۱۰. روش ARIZ(الگوریتم حل ابداعانه مسئله):

ARIZ یک دستورالعمل نظام یافته برای شناسایی راه حل مسئله غیراستاندارد با استفاده از قابلیت‌های همه فنون و روش‌های خلاقیت است.

در مقالات آینده درخصوص رویکردهای مختلف دانش خلاقیت شناسی TRIZ در

علوم مختلف مانند خلاقیت شناسی TRIZ یا مهندسی خلاقیت TRIZ در علوم مختلف و بیان مفاهیم هر یک از این اجزا [برای مثال تعاریف هر یک از اصول ابداعی TRIZ، سطوح نوآوری, قوانین تکاملی و ...] به طور مفصل توضیح داده خواهد شد.

۵. بحث و نتیجه گیری

مهندسی خلاقیت TRIZ یک منطق و تکنولوژی مبتنی بر دانش برای طراحی ادراکی است. راهنمایی‌های ارائه شده توسط TRIZ استفاده‌کنندگان را نه‌تنها به غلبه بر روانشناسی و اندیشه‌های از قبل طراحی شده راهنمایی می‌کند، بلکه آنها را به سمت آنالیز بهترین جهت‌ها برای بهبود تولیدات رهنمون می‌سازد. مهندسی خلاقیت TRIZ استفاده‌کنندگان TRIZ را به استفاده ماکزیمم از منابع یک سیستم برای پروژه‌های توسعه محصولات جدید با کمترین هزینه و بدون هیچ اثر ناخواسته کمک می‌کند. مهندسان، محققان و مدیران در توسعه محصولات می‌توانند بر TRIZ تکیه کنند و از ضعف‌ها و عدم توافق در مبادله اجتناب ورزند.

کاربرد TRIZ تحقیقات برای راه‌حل‌های ابداعی را سرعت می‌بخشد، توانایی استفاده-کنندگان برای رسیدن به سطوح بالاتر از عملکرد محصول را افزایش می‌دهد و پیشرفت استراتژیک در توسعه محصولات جدید را منجر می‌شود.

لذا، پیشنهاد می‌شود برای پرورش هر چه بهتر دانشجویان فنی مهندسی، مهندسی خلاقیت TRIZ حداقل به عنوان یکی از دروس آنها در سر فصل دروس گنجانده شود تا دانش‌آموختگان این رشته‌ها بتوانند در فعالیت‌های آتی خود در مراکز تحقیق و توسعه، سازمان‌ها و صنایع مختلف بهتر و مؤثرتر به ایفای نقش بپردازند. با آموزش این دانش در دانشگاه‌ها [همانند دانشگاه‌های کشورهای پیشرفته] دانشجویان رشته‌های مختلف از توان بالایی برای حل مسائل خود بهره‌مند می‌شوند و همچنین، در صورتی که آنها بعد از درس

مهندسی خلاقیت TRIZ، دروس مهندسی خلاقیت TRIZ را در شاخه علمی خود [مانند مهندسی خلاقیت TRIZ در حوزه شیمی، فیزیک، مهندسی مواد، مکانیک و ...] بگذرانند، می‌توانند نقش مهمی در مراکز تحقیق و توسعه صنایع مختلف ایفا و راهکارهای نوآورانه‌ای برای سازمان‌ها و مراکز صنعتی ارائه کنند تا بدین ترتیب از یافته‌های خود در طول تحصیل بهتر استفاده کنند. در صورتی که دانشجویان از این روش و روش‌های مشابه دیگر استفاده نکنند، مطالب یادگرفته شده در طول تحصیل را تنها به صورت کلیشه‌ای فرا می‌گیرند و نحوه کارآمدی آنها را در حل مسائل آموزش نمی‌بینند. با توجه به اهمیت حل مسئله در کشور ما و هدف نهایی آموزش که همان حل مسائل علوم مختلف توسط دانشجویان است، فراگیری تکنیک‌های حل مسئله نقش مهمی در این مهم ایفا می‌کند.

مراجع

۱- مهدی گلستان هاشمی، مقدمه‌ای بر علم خلاقیت شناسی، دانش خلاقیت و نوآوری، جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان، چاپ اول، ۱۳۸۱.

۲- علیرضا منصوریان، TRIZ راهکاری برای توسعه نوآوری تکنولوژیکی، مجله خلاقیت شناسی و TRIZ، شماره ۴ ، ۱۳۸۲.

۳- علیرضا منصوریان، کاربرد مهندسی خلاقیت TRIZ در مراکز تحقیق و توسعه، مجله خلاقیت شناسی و TRIZ، شماره ۵ ، ۱۳۸۲.

4- Joe A. Miller, TRIZ SOLUTION for Systems Dynamics Models of a Small Community Downtown Reveitallation Project, TRIZ Journal, May 12, 2004.
5- Dr. Yoni Mizrachi5-. I-TRIZ: The Next Big Thing? The I-TRIZ Method for Promoting Technological Innovation and Inventive Engineering, TRIZ Journal, 2002.
6- Altshuller, G.S., Cretivity as an Exact Science, Gordon and Brach Science, 1984.

(تاریخ دریافت مقاله:۱۳۸۵/۵/۱۶)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پیوست

چهل اصل ابداعی مهندسی خلاقیت TRIZ

۱	جداسازی Segmentation	۲۱	حمله سریع Skipping
۲	استخراج Taking out	۲۲	تبدیل ضرر به سود *Blessing in disguise* or *Turn Lemons into Lemonade*
۳	کیفیت موضعی Localquality	۲۳	باز خورد Feedback
۴	عدم تقارن Asymmetry	۲۴	واسطه و میانجی 'Intermediary
۵	ترکیب کردن (ادغام کردن) Combination	۲۵	واسطه خدمت دهی به خود Self-service
۶	جامعیت Universality	۲۶	کپی کردن Copying
۷	تو در تو بودن Nested doll	۲۷	استفاده از جسم ارزان Cheap short-living objects
۸	عامل تعادل و توازن Anti-weight	۲۸	تعویض یک سیستم مکانیکی Mechanics substitution
۹	مقابله پیشاپیش Preliminary anti-action	۲۹	استفاده از ساختار پنوماتیک یا هیدرو لیک Pneumatics and hydraulics
۱۰	کنش پیشاپیش Preliminary action	۳۰	پرده‌های انعطاف پذیر یا پوسته‌های نازک Flexible shells and thin films
۱۱	کنش حفاظت پیشاپیش Beforehand cushioning	۳۱	مواد متخلخل Porous materials
۱۲	هم‌پتانسیلی Equipotentiality	۳۲	تعویض رنگ Color changes
۱۳	معکوس کردن The other way round	۳۳	هم جنس و همگن سازی Homogeneity
۱۴	کروی ساختن Spheroidality – Curvature	۳۴	رد کردن و باز سازی قطعات Discarding and recovering
۱۵	پویایی Dynamics	۳۵	تغییر خواص فیزیکی و شیمیایی یک جسم Parameter changes
۱۶	عملکرد ناقص , بیش از حد یا مازاد Partial or excessive actions	۳۶	تغییر فاز Phase transitions
۱۷	حرکت به بعدی جدید Another dimension	۳۷	انبساط حرارتی Thermal expansion

۱۸	حرکت به ارتعاش مکانیکی Mechanical vibration	۳۸	استفاده از اکسید کننده‌های قوی Strong oxidants
۱۹	عملکرد دوره‌ای Periodic action	۳۹	محیط بی اثر Inert atmosphere
۲۰	تداوم کنش مفید Continuity of useful action	۴۰	مواد مرکب Composite materials

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی