

بررسی کاربرد اصول ابداعی TRIZ در تسریع روند نوآوری در سازمان‌های پژوهشی و دانش‌محور (مطالعه‌ی موردی: پژوهش‌کده‌ی پردازش هوش‌مند علایم)

پیمان اخوان^۱ - مصطفی جعفری^۲
حمیدرضا زرغامی*^۳ - ناصر عسگری^۴

۱. عضو هیات علمی دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه مالک اشتر - ۲. عضو هیات علمی دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران - ۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران - ۴. دانشجوی دکتری مدیریت دانشکده مدیریت دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۹/۲۹، تاریخ تصویب: ۱۳۹۰/۳/۵)

چکیده

نوآوری نظام‌یافته (TRIZ) یکی از روش‌های حل ابداعی مساله بوده و توسط گنریش آلتشولر روسی با هدف بهبود و سرعت‌بخشی به کار نوآوران پایه‌گذاری شده است. یکی از ابزارهای نوآوری نظام‌یافته چهل اصل ابداعی آن بوده و از تجزیه و تحلیل هزاران سند ثبت اختراع توسط آلتشولر به دست آمده است. هدف این تحقیق بررسی میزان کاربرد آگاهانه و ناخودآگاه پژوهش‌گران و نوآوران از اصول چهل‌گانه‌ی TRIZ است. بدین منظور پس از بررسی ادبیات موضوع، با استفاده از مراجع موجود، پرسش‌نامه‌ای به منظور سنجش میزان استفاده‌ی پژوهش‌گران پژوهش‌کده‌ی پردازش هوش‌مند علایم، از اصول ابداعی TRIZ طراحی شد. روش این تحقیق از نوع توصیفی-پیمایشی بوده و در انتخاب نمونه نیز از روش تصادفی ساده استفاده شده است. پرسش‌نامه‌ها به وسیله‌ی نرم‌افزار اسپس‌اس با استفاده از آمار توصیفی و استنباطی تحلیل شدند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که بیش‌تر پژوهش‌گران به‌طور ناخودآگاه از اصول چهل‌گانه‌ی TRIZ در انجام طرح‌های نوآورانه استفاده کرده‌اند. همچنین نتایج نشان می‌دهند که TRIZ در خلاصه‌سازی و جمع‌بندی نتایج نوآوری‌های گذشته و سرعت دادن در روند نوآوری پژوهش‌گران قابلیت بالایی دارد. در پایان براساس نتایج تحقیق، راه‌کارهایی مبتنی بر TRIZ، برای سرعت دادن به روند نوآوری در پژوهش‌کده‌ی جامعه‌ی هدف و سایر مراکز مشابه ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: نوآوری نظام‌یافته، اصول ابداعی TRIZ، اصول چهل‌گانه TRIZ، پژوهش‌گران، پژوهش‌کده‌ی پردازش هوش‌مند علایم

مقدمه

در شرایط پیچیده رقابتی امروز، تلاش سازمان‌ها و به ویژه سازمان‌های پژوهشی و دانش‌بنیان برای کاهش زمان توسعه محصولات جدید و نوآورانه به منظور کسب مزایای رقابتی بلندمدت، افزایش چشم‌گیری یافته، چرا که در سازمان‌های امروزی کسب مزیت رقابتی بلندمدت منوط به نوآوری در تولید و ارائه محصولات و خدمات‌ها است (Jones, 2003, p.1257). بر این اساس و با توجه به پیچیدگی‌های موجود در فعالیت‌های تحقیقاتی و دانش‌بنیان، لازم است که سازمان‌های یادشده توجه کافی به توسعه توانمندی کارکنان خود در حل مسایل پیش‌رو به شیوه‌های ابداعانه و نوآورانه داشته باشند.

یکی از روش‌های خلاقانه حل مساله، نوآوری نظام‌یافته (TRIZ) بوده و در سال ۱۹۴۶ توسط کنریش آلتشولر روسی پایه‌گذاری و طی سال‌های گذشته، به ابزاری کاربردی برای اختراع کردن و حل مسایل فنی با پیچیدگی‌های گوناگون تبدیل شده است. TRIZ دارای ابزارهای توان‌مند متعددی به منظور بهره‌برداری در مراحل تعریف و حل مساله بوده و در این بین یکی از مشهورترین و ساده‌ترین ابزارهای اولیه‌ی TRIZ در فرایند حل ابداعانه‌ی مسایل، اصول ابداعی چهل‌گانه‌ی آن است (منصوریان، ۱۳۸۶، ص ۱۳، سلیمی، ۱۳۸۷، صص ۱۹۴-۱۴۸، Duran-Novoa et al., 1984, p.12-20, Altshuller, 2011, p.440) که در هسته‌ی اولیه‌ی آن قرار دارد (Li & Huang, 2009). با توجه به اهمیت یادشده، این تحقیق به منظور بررسی میزان استفاده از این اصول به وسیله‌ی پژوهش‌گران پژوهش‌کده‌ی پردازش هوش‌مند علایم، انجام شده و سوال اصلی آن این است که «پژوهش‌گران پژوهش‌کده‌ی پردازش هوش‌مند علایم، به چه میزان از اصول ابداعی TRIZ در توسعه‌ی محصولات‌های نوآورانه استفاده می‌کنند؟».

مروری بر ادبیات و پیشینه‌ی تحقیق

واژه‌ی TRIZ از حروف اول کلمات روسی Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh

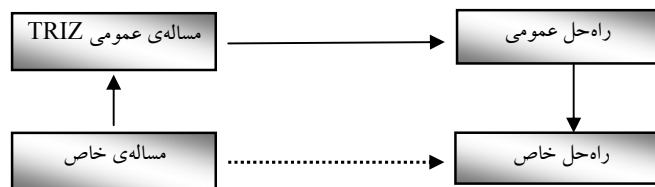
Zadatch به معنای نظریه‌ی حل ابداعی مساله استخراج شده و معادل انگلیسی آن TIPS¹ است.

تحقیق درباره‌ی TRIZ ابتدا با این ایده شروع شد که برای نوآوری قوانینی عمومی وجود دارند که مبنای نوآوری‌های خلاقانه را تشکیل می‌دهند و به پیشرفت فناوری می‌انجامند. اگر این قوانین به درستی شناسایی، دسته‌بندی و کدگذاری شوند، می‌توانند به افراد بیاموزند که چگونه می‌توان فرایند نوآوری را پیش‌بینی کرد و هر چه بیش‌تر در مسیر آن گام برداشت (Mann, 2002, pp. 1-23).

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 (ترینکو، ۱۳۸۰، ترجمه جعفری و همکاران، ص ۳۵).

یکی از محققان برجسته‌ی TRIZ، به نام سیمون ساورانسکی دانش TRIZ را بدین صورت تعریف کرده است: «TRIZ عبارت است از یک دانش انسان‌گرای مبتنی بر روش‌شناسی نظام‌یافته برای حل ابداعانه‌ی مسایل فنی و فناورانه با استفاده از نوعی رویکرد الگوریتمی».

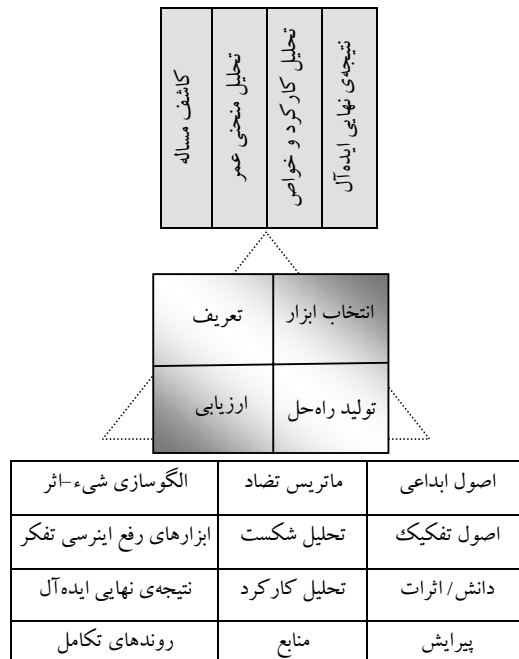
TRIZ در فرایندهای نوآورانه، روش سعی و خطا^۲ را نمی‌پذیرد و همان‌گونه که در نمودار شماره (۱) دیده می‌شود، تلاش می‌کند با تبدیل مسایل خاص به مسایل کلی و عمومی، زمان لازم را برای ابداع و نوآوری کاهش دهد (Strattona & Mann; 2003, p.121).



نمودار ۱. تبدیل مساله‌ی خاص به مساله‌ی عمومی در TRIZ (Li & Huang, 2009, p. 8304)

1. Theory of Inventive Problem Solving
2. Trial and Error

همان‌طور که در نمودار شماره (۲) مشاهده می‌شود چهار مرحله‌ی پایه‌ای در فرایند TRIZ عبارتند از: «تعریف مساله»، «انتخاب ابزار»، «تولید راه‌حل‌ها» و «ارزیابی راه‌حل‌ها». یکی از جذابیت‌های TRIZ نسبت به سایر روش‌های حل مساله، استفاده از ابزارهای دوازده‌گانه‌ی آن در مرحله‌ی تولید راه‌حل است. در حالی که تمامی فرایندهای حل مساله متکی بر خلاقیت بوده و این مرحله بر طوفان فکری^۱ استوار است (سلیمی، ۱۳۸۴، ص ۶۷).



نمودار ۲. نگاهی کلی به فرایند نوآوری نظام‌یافته (سلیمی، ۱۳۸۴، ص ۸۰)

TRIZ در مراحل مختلف تعریف و حل مساله از ابزارهای گوناگونی مانند تحلیل کارکرد و خواص^۲، کشف مساله^۳، چهل اصل ابداعی^۴ (Altshuller, 1998, pp. 8-125)،

1. brainstorming
2. Function & Attribute Analysis
3. Problem Explorer
4. 40 Inventive principles

ماتریس تضادها^۱ (Domb, 1998a; Zoyzen, 1997)، قوانین تکاملی^۲ (Petrov, 2002)، الگوی تجزیه و تحلیل ماده- میدان^۳ (Termino, 2000)، نتیجه‌ی نهایی ایده‌آل^۴ (Domb, 1998b) و الگوریتم حل ابداعی مساله^۵ (Zlotin & Zusmon, 1999) بهره می‌برد.

جدول ۱. چهل اصل ابداعی TRIZ (منصوریان، ۱۳۸۶، صص ۱۸۸-۱۷۳؛ Yang & chen, 2011, p. 1000)

اصل ۱- جداسازی	اصل ۲۱- حمله‌ی سریع
اصل ۲- استخراج (اقتباس)	اصل ۲۲- تبدیل ضرر به سود
اصل ۳- کیفیت موضعی	اصل ۲۳- باز خورد
اصل ۴- تقارن نداشتن	اصل ۲۴- واسطه و میانجی (واسطه تراشی)
اصل ۵- ترکیب کردن (ادغام کردن)	اصل ۲۵- خدمت‌دهی به خود
اصل ۶- جامعیت (چندکارگی)	اصل ۲۶- کپی کردن
اصل ۷- تو در تو بودن (آشپانه دادن)	اصل ۲۷- یک‌بار مصرفی (استفاده از جسم ارزان)
اصل ۸- عامل تعادل و توازن (جبران وزن)	اصل ۲۸- عوض کردن نظام مکانیکی
اصل ۹- مقابله‌ی پیشاپیش (واکسیناسیون)	اصل ۲۹- استفاده از ساختار پنوماتیک یا هیدرولیک
اصل ۱۰- کنش پیشاپیش (اقدام مقدماتی)	اصل ۳۰- غشای انعطاف‌پذیر یا پوسته‌های نازک
اصل ۱۱- حفاظت پیشاپیش (راه نجات)	اصل ۳۱- مواد متخلخل
اصل ۱۲- هم‌پتانسیلی (هم‌سطح سازی)	اصل ۳۲- عوض کرد رنگ
اصل ۱۳- معکوس کردن (تغییر جهت)	اصل ۳۳- هم‌جنس و همگن سازی
اصل ۱۴- کروی کردن (انحنای دادن)	اصل ۳۴- رد کردن و بازسازی قطعه‌ها
اصل ۱۵- پویایی	اصل ۳۵- تغییر ویژگی
اصل ۱۶- عملکرد ناقص، بیش از حد یا مازاد	اصل ۳۶- تغییر فاز
اصل ۱۷- حرکت به بُعدی جدید	اصل ۳۷- انبساط حرارتی
اصل ۱۸- ارتعاش (لرزش) مکانیکی	اصل ۳۸- استفاده از اکسیدکننده‌های قوی
اصل ۱۹- عملکرد دوره‌ای (عمل تناوبی)	اصل ۳۹- محیط بی‌اثر
اصل ۲۰- تداوم کار (کنش) مفید	اصل ۴۰- مواد مرکب

یکی از ابزارهای اولیه‌ی TRIZ در مرحله‌ی حل مساله، شامل چهل اصل ابداعی و ماتریس تضادهاست که آلتشولر توانست آن‌ها را از میان ابتکارهای موفقیت‌آمیز استخراج

1. Contradiction matrix
2. laws of system evolution
3. Substance- Filed Model
4. Ideal Final Result (IFR)
5. Algorithm of Inventive problem solving (ARIZ)

کند. ابزارهای دیگری نیز به عنوان یاری گر و سرعت دهنده به مهندسان طراح در ساخت الگو و تجزیه و تحلیل مساله کمک می کنند (Li & Huang, 2009, pp. 8302-8305)، جدول شماره (۱) اصول چهل گانه ی TRIZ را نشان می دهد.

پژوهش های اخیر بیان گر این است که TRIZ افزون بر کاربردهای فنی، منجر به توسعه ی کاربردهایی در حوزه های غیرفنی نیز شده است. ماتریس تضاد و چهل اصل ابداعی آن در حوزه های مختلفی از جمله تجارت و کسب و کار (Mann & Domb, 1999)، مدیریت کیفیت (Retseptor, 2003)، مدیریت عملیات خدماتی (Zhang et al., 2003)، موضوع های اجتماعی (Terminko, 2001) و تولید نرم افزارهای کاربردی (Kevin, 2001) به کار گرفته می شود.

پژوهش های زیادی نیز نشان دهنده ی اثرگذاری TRIZ در بهبود عملکرد و سرعت دادن به روند نوآوری در حوزه های مختلف فنی و مدیریتی هستند (Souchkov, 2005; Ericson et al., 2009; Fresner et al., 2010; Kim et al., 2009; Chunlin et al., 2010).

امروزه شرکت ها برای به دست آوردن مزایای رقابتی پایدار، از TRIZ به طور گسترده ای استفاده می کنند (Zhang & Shang, 2010, p.1327). در سال های اخیر بیش از ۳۰ درصد سود شرکت های بزرگی هم چون Sony، SAMSUNG، Motorola و HP با راهبردهای نوآورانه ی مبتنی بر TRIZ تامین شده است، هم چنین پژوهش گران امریکایی TRIZ به این نتیجه رسیده اند که بازگشت سرمایه ی زیادی در اثر اجرای TRIZ در سازمان ها و در زمینه های تجاری و مدیریتی به دست می آید (Zhang & Shang, 2010, p.1327). پس از گسترش TRIZ با پژوهش های انجام شده مشخص شد که فراگیری TRIZ بر شبکه های عصبی مغز نیز اثر گذاشته و این امکان را برای افراد ایجاد می کند تا خلاق تر شده و زوایای مختلف مساله را در نظر بگیرند. با استفاده از این دانش «شیوه های نظام مند تفکر، جایگزین شیوه های آشفته ی قدیمی می شود» (Schweiser, 2002).

تاکنون کتاب های متعددی در زمینه ی معرفی TRIZ به زبان فارسی (ترینکو، ۱۳۸۰، ترجمه جعفری و همکاران، منصوریان، ۱۳۸۶، سلیمی، ۱۳۸۷، شولیاک، ۱۳۸۸، ترجمه

کریمی و میرخانی) منتشر شده‌اند، که می‌توانند برای آشنایی کاربران و علاقه‌مندان به حوزه‌ی نوآوری استفاده شوند.

با توجه به جدید بودن موضوع TRIZ برای سازمان‌های ایرانی و با توجه به بررسی‌ها و شواهد موجود در مقاله‌ها و پژوهش‌های علمی می‌توان گفت که: «تاکنون مورد ثبت شده‌ای در مقاله‌ها و کتاب‌های علمی در زمینه‌ی استفاده از TRIZ در سازمان‌های ایرانی وجود ندارد». از این‌رو، این تحقیق تلاش می‌کند میزان استفاده از اصول چهارگانه TRIZ را توسط پژوهش‌گران و نوآوران پژوهش‌کده‌ی پردازش هوش‌مند علایم، به‌طور آگاهانه و ناخودآگاه بررسی کند.

با توجه به مطالعه‌های انجام شده می‌توان ادعا کرد که: هرچند به بحث‌های آموزشی و چاپ مقاله‌ها و کتاب‌های علمی در زمینه‌ی TRIZ به‌صورت نظری و حتی کاربردی به‌میزان قابل توجهی پرداخته شده است، اما در زمینه‌ی ارزیابی میزان کاربرد اصول TRIZ و سایر ابزارهای آن نه‌تنها در ایران بلکه در سایر کشورهای دنیا نیز پژوهش‌های کافی انجام نشده و یا اگر هم کاری انجام شده، انتشار نیافته است. بنابراین در این تحقیق تلاش شده تا با طراحی پرسش‌نامه‌ای منسجم براساس این اصول، میزان استفاده‌ی آگاهانه یا ناخودآگاه پژوهش‌گران از آن‌ها و هم‌چنین اولویت کاربرد هر یک از اصول مشخص شود. فرضیه‌های اصلی و فرعی پژوهش عبارتند از:

فرضیه‌ی اصلی

بیش‌تر پژوهش‌گران پژوهش‌کده‌ی پردازش هوش‌مند علایم از اصول ابداعی TRIZ استفاده می‌کنند.

فرضیه‌های فرعی

۱. بیش‌تر پژوهش‌گران از اصول ابداعی TRIZ به‌طور ناخودآگاه استفاده می‌کنند.
۲. اولویت کاربرد اصول چهارگانه در بین پژوهش‌گران برابر است.
۳. رابطه‌ی مثبتی بین استفاده از روش‌های نوآورانه‌ی گذشته و میزان استفاده از اصول ابداعی TRIZ وجود دارد.
۴. رابطه‌ی مثبتی بین انجام تعداد پروژه‌های نوآورانه و میزان استفاده از اصول ابداعی

TRIZ وجود دارد.

۵. رابطه‌ی مثبتی بین اعتقاد پژوهش‌گران به اثرگذاری بسته‌بندی و جمع‌آوری اطلاعات نوآوری‌های گذشته به صورت منسجم و انجام تعداد پروژه‌های نوآورانه‌ای که در ساخت آن مشارکت داشته‌اند، وجود دارد.

روش‌شناسی

روش استفاده شده در این تحقیق از نوع توصیفی-پیمایشی بوده و برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز آن از پرسش‌نامه (براساس مقیاس لیکرت) استفاده شده است. پرسش‌نامه‌ها بین اعضای نمونه‌ی آماری توزیع و برای برطرف کردن ابهام‌های احتمالی برخی سوال‌ها برای پاسخ‌دهندگان، در هنگام تکمیل پرسش‌نامه به صورت حضوری نیز با پاسخ‌دهندگان ارتباط برقرار شده و به سوال‌ها و ابهام‌های پاسخ‌دهندگان، پاسخ داده شد. جامعه‌ی بررسی شده، پژوهش‌گران پژوهش‌کده‌ی پردازش هوش‌مند علایم بوده و در اجرای حداقل یک مورد پروژه‌ی ساخت و توسعه‌ی محصول‌های جدید و نوآورانه نقش داشته‌اند. تعداد افراد جامعه‌ی آماری بالغ بر ۵۰ نفر بودند. ویژگی شاخص اصلی پژوهش‌گران پژوهش‌کده‌ی یادشده، مربوط به تولیدهای نوآورانه‌ی پژوهش‌کده در سطح ملی و بین‌المللی بوده و ناشی از نوآوری پژوهش‌گران است. با استفاده از جدول مورگان تعداد ۴۷ پرسش‌نامه به صورت تصادفی ساده در بین پژوهش‌گران توزیع شد که ۴۱ مورد آن تکمیل و برگشت داده شد (نرخ پاسخ به پرسش‌نامه‌های توزیع شده ۸۷٫۲ درصد بوده است).

با توجه به این که از قبل، پرسش‌نامه‌ای در این باره وجود نداشت، با استفاده از منابع معتبر درباره‌ی اصول چهل‌گانه TRIZ (ترینکو، ۱۳۷۹، ۲۸۸-۲۷۰؛ منصوریان، ۱۳۸۶، صص ۱۸۸-۱۷۳؛ شولیاک، ترجمه کریمی و میرخانی، ۱۳۸۸؛ Tate & Domb, 1997, Altshuller, 1998; Kevin, 2001, Mann & Cathain, 2001, Rantanen & Domb, 2002, Rea, 2002) پرسش‌نامه‌ای حاوی ۶ سوال جمعیت‌شناختی و ۷۰ سوال ۵ گزینه‌ای براساس مقیاس لیکرت طراحی شد. به منظور تعیین روایی پرسش‌نامه از اظهارنظر خبرگان استفاده شد. هم‌چنین برای سنجش میزان پایایی پرسش‌نامه از روش آلفای کرونباخ استفاده شده و

میزان آن با استفاده از نرم افزار اسپس^۱، ۰,۹۴۲ به دست آمد. ویژگی های جمعیت شناختی پاسخ دهندگان در جدول شماره (۲) نشان داده شده است. علت انتخاب این پژوهش کده برای مطالعه ی موردی درباره ی میزان استفاده و کاربرد اصول چهل گانه ی TRIZ، تولیدات منحصر به فردی است که در عرصه ی مهندسی پزشکی در سطح ملی و بین المللی دارد و بیش تر کارکنان آن را پژوهش گرانی تشکیل می دهند که با توانایی های ویژه ی خود از بین پژوهش گران، اساتید و دانشجویان دانشگاه ها و موسسه های آموزش عالی کشور به فعالیت در این پژوهش کده می پردازند.

جدول ۲. ویژگی های جمعیتی شناختی پژوهش گران مطالعه شده

ویژگی های جمعیتی پاسخ دهندگان	جنسیت	سن	سابقه ی کار	تحصیلات	عنوان شغلی	تعداد طرح نوآورانه ی انجام شده ی پژوهش گران	
						بیش از سه مورد	سه مورد
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	بالای ۱۵ سال	کارشناس ارشد	مدیر	۲۳	۵۶/۱
فراوانی	زن	۳۵-۴۰	۱۰ تا ۱۵	کارشناس ارشد	معاون	۵	۱۲/۲
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	کارشناس ارشد فنی	۷	۱۷/۱
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	کارشناس	۶	۱۴/۶
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	مدیر	۷	۱۷/۱
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	معاون	۱	۲/۴
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	کارشناس ارشد فنی	۲	۴/۹
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	کارشناس	۳۱	۷۵/۶
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	مدیر	۵	۱۲/۲
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	معاون	۲۴	۵۸/۵
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	کارشناس ارشد فنی	۱۰	۲۴/۴
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	کارشناس	۲	۴/۹
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	مدیر	۱	۲/۴
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	معاون	۰	۰
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	کارشناس ارشد فنی	۷	۱۷/۱
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	کارشناس	۳۳	۸۰/۵
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	مدیر	۲	۴/۹
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	معاون	۲	۴/۹
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	کارشناس ارشد فنی	۲	۴/۹
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	کارشناس	۲۶	۶۳/۴
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	مدیر	۹	۲۲
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	معاون	۱۰	۲۴/۴
فراوانی	مرد	۳۰-۳۵	۱۰ تا ۱۵	کارشناسی	کارشناس ارشد فنی	۳۱	۷۵/۶

یافته ها

همان طور که در جدول شماره (۲) مشاهده می شود، ۱۴/۶ درصد از پژوهش گران پژوهش کده تنها در یک مورد، ۱۷/۱ درصد از پژوهش گران در ۲ مورد، ۱۲/۲ درصد در ۳ مورد و ۵۶/۱ درصد از پژوهش گران در بیش از ۳ مورد در فرایند ساخت محصول جدید و نوآورانه به طور مستقیم مشارکت داشته یا بر اجرای فرایند تهیه ی محصول جدید و نوآورانه نظارت داشته اند. میزان استفاده ی پژوهش گران از روش های نوآورانه ی استفاده شده در

1. SPSS

گذشته (به وسیله خودشان یا دیگران) در ساخت و توسعه محصولات جدید و سرعت دادن به روند نوآوری‌شان نیز در جدول شماره (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳. میزان استفاده پژوهش‌گران از راه‌حل‌های نوآورانه‌ی گذشته

خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	میزان استفاده از نوآوری‌های انجام شده‌ی گذشته (خود پژوهش‌گر یا دیگران) در ساخت و توسعه محصولات جدید
۷	۲۱	۱۰	۲	۱	تعداد پژوهش‌گر
۱۷,۱	۵۱,۲	۲۴,۴	۴,۹	۲,۴	درصد پژوهش‌گران

برای بررسی میزان استفاده‌ی اصول TRIZ توسط پژوهش‌گران از آزمون دو جمله‌ای^۱ استفاده شد؛ بدین منظور فرض صفر و فرض مقابل آماری به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$\begin{cases} H_0: p \leq 0.5 \\ H_1: p > 0.5 \end{cases}$$

p نسبت کارکنانی است که بیش از حد متوسط از مجموعه‌ی اصول چهل‌گانه‌ی TRIZ استفاده کرده‌اند. از آن‌جا که میزان سطح معناداری آزمون (sig) ۰/۰۰۴ به دست آمد، بنابراین فرض صفر رد می‌شود یعنی بیش از نیمی از پژوهش‌گران از اصول چهل‌گانه‌ی TRIZ بیش از حد متوسط استفاده کرده‌اند. بنابراین بیش‌تر پژوهش‌گران این پژوهش‌کده از اصول TRIZ بیش از میزان متوسط استفاده کرده‌اند و فرضیه‌ی اصلی پژوهش پذیرفته می‌شود. هم‌چنین نتایج به دست آمده از آمار توصیفی نیز نشان می‌دهند که حدود ۷۱ درصد پژوهش‌گران بیش از میزان متوسط از اصول TRIZ استفاده کرده‌اند.

نکته‌ی جالب توجه این است که ۱۰۰ درصد پژوهش‌گران به پرسشی که میزان آگاهانه یا ناآگاهانه بودن این استفاده را می‌سنجد پاسخی داده‌اند که نتیجه‌ی آن ناآگاهانه بودن استفاده‌ی آن‌ها از اصول چهل‌گانه‌ی TRIZ را تایید می‌کند؛ یعنی هرچند پژوهش‌گران از اصول TRIZ هیچ شناخت و اطلاعی نداشتند، اما به گونه‌ای ناخودآگاه از آن استفاده می‌کردند. بنابراین این فرضیه که «بیش‌تر پژوهش‌گران از اصول TRIZ به‌طور ناخودآگاه

1. Binominal Test

استفاده می کنند» نیز تایید می شود.

به منظور بررسی یکسان بودن اولویت (رتبه بندی) میزان استفاده و درجه ی کاربرد هر یک از اصول چهل گانه در ساخت محصول های جدید توسط پژوهش گران، از آزمون فریدمن استفاده شد. بدین منظور فرض صفر و فرض مقابل به صورت زیر تعریف شدند:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \text{اولویت کاربرد اصول ابداعی در بین پژوهش گران برابر است} \\ H_1: \text{دست کم اولویت کاربرد دو اصل متفاوت است} \end{array} \right.$$

از آن جا که میزان سطح معناداری آزمون $0/000$ به دست آمد و چون این میزان کم تر از $0/05$ است، فرض صفر رد شد. نتایج به دست آمده از اولویت بندی به کارگیری اصول چهل گانه ی TRIZ توسط پژوهش گران این پژوهش کده در جدول شماره (۴) نشان داده شده است.

جدول ۴. اولویت استفاده از اصول چهل گانه ی TRIZ توسط پژوهش گران پژوهش کده

رتبه کاربردی	اصل	رتبه کاربردی	اصل	رتبه کاربردی	اصل	رتبه کاربردی	اصل
۱	۲۹	۱۱	۲۱	۲۱	۳۴	۳۱	۲۸
۲	۱	۱۲	۱۵	۲۲	۱۹	۳۲	۳۸
۳	۱۸	۱۳	۴۰	۲۳	۳۹	۳۳	۲۴
۴	۲	۱۴	۹	۲۴	۴	۳۴	۳۰
۵	۵	۱۵	۳	۲۵	۳۲	۳۵	۱۷
۶	۲۶	۱۶	۱۲	۲۶	۱۶	۳۶	۷
۷	۱۰	۱۷	۳۷	۲۷	۳۳	۳۷	۲۲
۸	۲۳	۱۸	۱۳	۲۸	۳۵	۳۸	۶
۹	۳۱	۱۹	۱۴	۲۹	۸	۳۹	۲۵
۱۰	۳۶	۲۰	۲۰	۳۰	۱۱	۴۰	۲۷

به منظور تحلیل هم بستگی بین عوامل بررسی شده نیز از ضریب هم بستگی اسپیرمن استفاده شد که نتایج آن به شرح زیر است:

الف) سنجش هم بستگی بین استفاده از روش های نوآورانه ی گذشته و استفاده از اصول TRIZ؛ بدین منظور فرض صفر و فرض مقابل به صورت زیر تعریف شدند:

H_0 : هم بستگی مثبت و معناداری بین استفاده از نوآوری های گذشته و استفاده از اصول TRIZ وجود ندارد.

H₁: هم‌بستگی مثبت و معناداری بین استفاده از نوآوری‌های گذشته و استفاده از اصول TRIZ وجود دارد.

میزان ضریب هم‌بستگی اسپیرمن برابر ۰/۳۶۲ بوده و میزان سطح معناداری آزمون نیز ۰/۰۱ به دست آمد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ارتباط مثبتی بین میزان استفاده از نوآوری‌های گذشته و به کارگیری اصول TRIZ وجود دارد. هم‌چنین از آن‌جا که میزان سطح معناداری نیز ۰/۰۱ به دست آمد، این هم‌بستگی با ۹۹ درصد اطمینان قابل قبول است. (ب) در سنجش هم‌بستگی بین انجام تعداد پروژه‌های نوآورانه و میزان استفاده از اصول TRIZ؛ فرض صفر و فرض مقابل به صورت زیر تعریف شدند:

H₀: هم‌بستگی معناداری بین انجام تعداد پروژه‌های نوآورانه و استفاده از اصول TRIZ وجود ندارد.

H₁: هم‌بستگی معناداری بین انجام تعداد پروژه‌های نوآورانه و استفاده از اصول TRIZ وجود دارد.

میزان ضریب هم‌بستگی اسپیرمن ۰/۰۸۷ بوده و میزان سطح معناداری آزمون نیز ۰/۲۹۵ به دست آمد؛ بنابراین فرض صفر پذیرفته می‌شود و هم‌بستگی معناداری بین انجام تعداد پروژه‌های نوآورانه و اصول TRIZ وجود ندارد.

(ج) در سنجش هم‌بستگی بین اعتقاد پژوهش‌گران بر اثرگذاری بسته‌بندی و جمع‌آوری منسجم اطلاعات نوآوری‌های گذشته و انجام تعداد پروژه‌های نوآورانه‌ای که در ساخت آن مشارکت داشته‌اند؛ فرض صفر و فرض مقابل به صورت زیر تعریف شدند:

H₀: هم‌بستگی معناداری بین اعتقاد پژوهش‌گران بر اثرگذاری بسته‌بندی و جمع‌آوری منسجم اطلاعات نوآوری‌های گذشته در سرعت دادن به نوآوری و انجام تعداد پروژه‌های نوآورانه وجود ندارد.

H₁: هم‌بستگی معناداری بین اعتقاد پژوهش‌گران بر اثرگذاری بسته‌بندی و جمع‌آوری منسجم اطلاعات نوآوری‌های گذشته در سرعت دادن به نوآوری و انجام تعداد پروژه‌های نوآورانه وجود دارد.

میزان ضریب هم‌بستگی اسپیرمن ۰/۱۳۷ بوده و میزان سطح معناداری آزمون نیز ۰/۱۹۶ به دست آمد؛ بنابراین هم‌بستگی معناداری بین اعتقاد پژوهش‌گران بر اثرگذاری بسته‌بندی و

جمع آوری منسجم اطلاعات نوآوری‌های گذشته در سرعت دادن به نوآوری و انجام تعداد پروژه‌های نوآورانه توسط آن‌ها وجود ندارد.

یافته‌های تحقیق

همان‌گونه که در جدول شماره (۲) دیده می‌شود بیش از ۵۰ درصد پژوهش‌گران پژوهش‌کده در بیش از سه مورد و دیگر پژوهش‌گران نیز دسته کم در یک، دو یا سه مورد ساخت و توسعه‌ی محصول نوآورانه مشارکت داشته‌اند؛ از این‌رو پژوهش‌گران بررسی شده نقش مشارکتی فعالی در طراحی و توسعه‌ی محصول‌های نوآورانه داشته و بررسی و نتیجه‌گیری پژوهش بر مبنای اطلاعات به‌دست آمده از نتایج کار آن‌ها، صحیح و اثربخش است.

در بررسی میزان استفاده‌ی پژوهش‌گران از اصول ابداعی TRIZ با سطح اطمینان ۹۵ درصد تایید شد که بیش از نیمی از پژوهش‌گران پژوهش‌کده بیش از میزان متوسط از اصول چهل‌گانه‌ی ابداعی TRIZ استفاده کرده‌اند؛ این نتیجه کاربردی بودن اصول ابداعی TRIZ را در فرایند توسعه‌ی محصول‌های نوآورانه تایید می‌کند.

نکته‌ی جالب توجه این بود که همه‌ی پژوهش‌گران نمونه‌ی بررسی شده، در سوالی که استفاده‌ی آگاهانه و ناآگاهانه آن‌ها از اصول TRIZ را سنجش می‌کرد، اظهار داشتند که شناختی از TRIZ و ابزارهای آن ندارند و از آن استفاده نمی‌کنند و این بدان معناست که استفاده پژوهش‌گران مطالعه شده از اصول TRIZ به‌طور ناخودآگاه بوده است. بر این اساس و چون پژوهش‌گران یادشده افرادی نوآور بوده و در ساخت محصول‌های نوآورانه از اصول TRIZ (به‌طور ناخودآگاه) در حد بالایی استفاده کرده‌اند، می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که TRIZ رسالت خود را در جمع‌بندی، خلاصه‌سازی و فشرده‌سازی اصولی کلی برای کمک به نوآوران حوزه‌های گوناگون به‌گونه‌ای مطلوب انجام داده است. بنابراین TRIZ می‌تواند به‌عنوان روشی اثربخش برای سرعت دادن به روند نوآوری در پژوهش‌کده‌ی بررسی شده و سایر مراکز مشابه به کار گرفته شود. بر این اساس نتایج اولیه‌ی آلتشولر (Altshuller, 1996, Altshuller, 1998, p.15) در

تحقیق‌هایی که مبنای TRIZ را تشکیل می‌دهند، با نتیجه‌گیری این پژوهش منطبق بوده و در واقع نتیجه‌ی این پژوهش تاییدی بر تکرارپذیری اصول ابداعی TRIZ در فعالیت‌های نوآورانه (ترینکو، ۱۳۸۰، ترجمه جعفری و همکاران، صص ۴۴-۴۳) است.

با توجه به این که افراد بررسی شده در این تحقیق، در پروژه‌های توسعه‌ی محصول‌های نوآورانه دارای مشارکت فعالی بوده‌اند و در این راستا خروجی چشم‌گیری برای پژوهش‌کده‌ی مطالعه شده با نوآوری آن‌ها به دست آمده است و چون پژوهش‌گران در پروژه‌های یادشده در حد بالایی از اصول ابداعی TRIZ به‌طور ناخودآگاه استفاده کرده‌اند، سایر سازمان‌ها نیز می‌توانند به‌منظور توسعه‌ی توان نوآوری کارکنان خود از این اصول استفاده کنند. چرا که TRIZ با قدمت بیش از ۶۰ ساله‌ی خود در دنیا، ابزارهای کاربردی لازم را برای این کار فراهم کرده و کشف دوباره‌ی ابزارها و راه‌کارهای خلاقانه‌ی TRIZ در صورت وجود سایر شرایط، نیاز به صرف زمانی در حد زمان صرف شده از ابتدای شروع TRIZ تاکنون دارد که این کار توجیه علمی نداشته و از نگاه اقتصادی و زمانی نیز به‌صرفه نیست.

همان‌گونه که در جدول شماره (۴) دیده می‌شود اولویت‌بندی به‌دست آمده برای اصول ابداعی TRIZ نشان می‌دهد میزان استفاده از این اصول یکسان نبوده و اولویت کاربرد آن‌ها در فعالیت‌های نوآورانه‌ی پژوهش‌گران متفاوت بوده و در پژوهش‌های گذشته نیز رتبه‌بندی متفاوتی از درجه‌ی کاربرد هر یک از اصول TRIZ برای حوزه‌های مختلف ارایه شده است (Mann, 2004a; Mann, 2004b) که با نتایج این پژوهش منطبق بوده و تایید می‌شود که کاربرد هر یک از اصول به نوع صنعتی که نوآوری در آن انجام می‌شود، بستگی دارد. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که نمی‌توان رتبه‌بندی کلی و واحدی برای کاربرد اصول TRIZ در همه‌ی حوزه‌های گوناگون ارایه کرد.

با توجه به این که میزان ضریب هم‌بستگی بین استفاده از روش‌های نوآورانه‌ی گذشته و استفاده از اصول TRIZ، ۰/۳۶۲ به‌دست آمد، مشخص شد که هم‌بستگی مثبت و معناداری بین میزان استفاده از نوآوری‌های گذشته و استفاده از اصول ابداعی TRIZ توسط پژوهش‌گران وجود دارد و این یعنی هرچه پژوهش‌گران از دستاورد نوآوری‌های گذشته

در توسعه‌ی محصولات نوآورانه بیش‌تر استفاده کرده‌اند، از اصول TRIZ هم (به‌طور ناخودآگاه) بیش‌تر استفاده کرده‌اند. این هم‌بستگی تایید می‌کند که TRIZ به‌خوبی توانسته نتایج اختراعات و نوآوری‌ها را فشرده‌سازی کرده و در قالب اصول ابداعی به جامعه‌ی نوآوران عرضه کند. این نتیجه‌گیری نیز نتایج پایه‌ای آلتشولر (Altshuller, 1984, 1998) در تحقیق‌ها بر روی TRIZ را تایید می‌کند. میزان سطح معناداری ۰/۰۱ برای آزمون نشان می‌دهد که این نتیجه با ۰/۹۹ اطمینان مورد تایید است.

از تحلیل هم‌بستگی بین انجام تعداد پروژه‌های نوآورانه (از راه سعی و خطا) و میزان استفاده (ناخودآگاه) از اصول TRIZ مشخص شد که ارتباط معناداری بین انجام تعداد پروژه‌های نوآورانه مبتنی بر سعی و خطا و میزان استفاده‌ی ناخودآگاه از اصول TRIZ وجود ندارد بر این اساس مشخص می‌شود که استفاده‌ی ناخودآگاه پژوهش‌گران از اصول ابداعی که از راه سعی و خطا منجر به توسعه‌ی محصولات نوآورانه شده است، به تجربه‌ی آن‌ها در تعداد پروژه‌های نوآورانه ارتباطی نداشته و این بدان معناست که «روش سعی و خطا نمی‌تواند به افزایش استفاده‌ی ناخودآگاه از اصول ابداعی بیانجامد»، بنابراین برای بهره‌برداری بیش‌تر از TRIZ نیاز است اصول آن به افراد نوآور آموزش داده شود. در پژوهش‌های قبلی انجام شده توسط پژوهش‌گران (Schweiser, 2002, p.6, Rivin & fey, 2005, pp.161-162) بر اثر گذاری فراوان آموزش TRIZ در افزایش قدرت خلاقیت و نوآوری در افراد و سازمان‌ها تاکید شده است. از مقایسه‌ی نتایج این پژوهش با نتایج اشاره شده‌ی قبلی، می‌توان نتیجه گرفت که یکی از اصلی‌ترین عوامل موفقیت فعالیت‌های نوآورانه با TRIZ، آموزش آن به کاربران برای به‌کارگیری آگاهانه و اثربخش TRIZ در حل مسایل فراروی به شیوه‌های ابداعانه است. بنابراین اگر این پژوهش‌کده و سایر سازمان‌های پژوهشی بخواهند از نتایج موجود در TRIZ برای سرعت‌بخشی به نوآوری در توسعه‌ی محصولات و خدمات‌های جدید خود استفاده کنند، لازم است در اولین گام به آموزش TRIZ و ابزارهای آن در سطح سازمان بپردازند.

هم‌چنین نبود رابطه‌ی معنادار بین «اعتقاد پژوهش‌گران به اثرگذاری بسته‌بندی و جمع‌آوری منسجم اطلاعات نوآوری‌های گذشته در سرعت دادن به روند نوآوری» و

«انجام تعداد پروژه‌های نوآورانه»، نشان می‌دهد که پروژه‌های نوآورانه‌ی بیش‌تر نتوانسته احساس نیاز به بسته‌بندی و منسجم کردن نتایج نوآوری‌ها را در بین پژوهش‌گران افزایش دهد. بر این اساس و با توجه به نتایج قسمت‌های قبل که نیاز به بسته‌بندی و منسجم کردن نتایج نوآوری‌های گذشته و آثار استفاده از TRIZ را در سرعت‌بخشی به نوآوری تایید می‌کند، می‌توان نتیجه گرفت که: «آلتشولر به‌خوبی و حتی بهتر از مخترعان و نوآوران این عصر نیاز به فشرده‌سازی و منسجم‌سازی نتایج نوآوری‌های مفید را شناسایی و روی آن فعالیت کرده است».

بحث و نتیجه

علت اصلی انجام این تحقیق، بررسی این سوال بود که آیا اصول ابداعی TRIZ که توسط آلتشولر از اختراع‌های گذشته استخراج شده‌اند، توسط مخترعان و نوآوران در این عصر که هیچ اطلاع و شناخت خاصی از TRIZ ندارند استفاده می‌شود یا خیر؟ در واقع وجه مشترک پژوهش‌گران نوآور بررسی شده در این تحقیق و مخترعان پیش از آلتشولر این است که هر دو گروه، هیچ‌گونه آگاهی و شناختی از TRIZ نداشتند.

نتایج به‌دست آمده از تحلیل پرسش‌نامه‌های توزیع شده نشان می‌دهد که پژوهش‌گران پژوهش‌کده‌ی بررسی شده، در حد بالایی از اصول چهل‌گانه‌ی TRIZ به‌طور ناخودآگاه در پروژه‌های نوآورانه‌ی خود استفاده کرده‌اند. هم‌چنین مشخص شد با سعی و خطا و افزایش تجربه در تعداد پروژه‌های نوآورانه نمی‌توان میزان استفاده از اصول ابداعی TRIZ را افزایش داد؛ بنابراین برای استفاده‌ی بهتر از این دستاورد علمی در حوزه‌ی نوآوری، نیاز است با آموزش اثربخش TRIZ به کارکنان محیط‌های پژوهشی سرعت و کیفیت انجام کارهای نوآورانه‌ی آن‌ها بهبود یافته و از این راه، زمینه‌ی کاهش هزینه‌های انجام طرح‌های پژوهشی نیز فراهم شود.

با توجه به این که مرکز مطالعه شده، سازمانی پژوهشی بوده و به تولید محصول‌ها و نرم‌افزارهایی نوآورانه برای پردازش علایم حیاتی می‌پردازد، به‌نظر می‌رسد نتایج این تحقیق برای مراکز مشابه و دیگر پژوهش‌گران نیز قابل تعمیم بوده و اگر این پژوهش‌کده

و سایر مراکز مشابه بخواهند از قابلیت‌های نوآورانه‌ی پژوهش‌گران‌شان بیش‌تر و اثرگذارتر استفاده کنند، می‌توانند با آموزش‌های مرتبط با نوآوری نظام‌یافته و افزایش استفاده‌ی آگاهانه از اصول ابداعی و سایر ابزارهای TRIZ در سرعت دادن به روند نوآوری در بین پژوهش‌گران خود کمک کنند. روشن است که بهره‌برداری نادرست از TRIZ یعنی از دست دادن تمامی مزایای موجود در آن که در این تحقیق به آن‌ها اشاره شده است.

نوآوری این تحقیق نسبت به پژوهش‌های قبلی، ارزیابی میزان کاربرد اصول TRIZ و به‌ویژه سنجش آگاهانه یا ناآگاهانه بودن استفاده از این اصول توسط پژوهش‌گران بوده و این کار در گذشته به‌گونه‌ای منسجم و علمی انجام نشده است.

پیشنهادها

با توجه به این‌که این پژوهش اولین سنجش عملی استفاده از TRIZ در ایران به‌شمار می‌رود، لازم است در پژوهش‌های مشابهی میزان استفاده از اصول ابداعی TRIZ و سایر ابزارهای آن در دیگر سازمان‌های نوآور سنجیده شده و میزان کاربردی بودن TRIZ به‌گونه‌ای جامع‌تر نیز ارزیابی شود. هم‌چنین پژوهش‌گران آتی می‌توانند به بررسی و ارزیابی شیوه‌های عملی برای علاقه‌مند کردن نوآوران به TRIZ و شیوه‌های درست و اثربخش آموزش آن به نوآوران حوزه‌های گوناگون برای بهره‌برداری بهینه از TRIZ بپردازند.

منابع

۱. ترنینکو جان، آلازوسمن، بوریس زلاتین (۱۳۸۰)، نوآوری نظام یافته، ترجمه جعفری، مصطفی و همکاران، تهران، موسسه خدمات فرهنگی رسا.
۲. سلیمی، سارا، «بهبود روش های پیش بینی فناوری توسط TRIZ»، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ۱۳۸۴.
۳. سلیمی، محمد حسین (۱۳۸۷)، الگوریتم نوآوری، چاپ سوم، تهران، رسا.
۴. شولیاک، لف (۱۳۸۸)، چهل اصل شاه کلیدهای TRIZ برای نوآوری، ترجمه کریمی، محمود، سیده نونا میرخانی، تهران، موسسه خدمات فرهنگی رسا.
۵. منصوریان، علیرضا (۱۳۸۶)، مهندسی خلاقیت TRIZ، تهران، موسسه خدمات فرهنگی رسا.
6. Altshuler, G. (1996). *And suddenly the inventor appeared*, translated by Shulyak, L., Technical Innovation Center, Inc.
7. Altshuller, G. (1984). *Creativity As an Exact Science*, Gordon and Breach Science Publishers.
8. Altshuller, G. (1998). *40 Principles: TRIZ Keys to Technical Innovation*, translated by Shulyak, L., Technical Innovation Center, Inc., Worcester.
9. Chunlin S., Lien L.K. (2010). "The strategy of designing around existing patents in technology innovation: Case study of critical technology of OTFT", *Journal of Chinese Entrepreneurship*, Volume: 2 Issue: 3, pp.270-281.
10. Domb, E. (1998a). "The 39 features of Altshuller contradiction matrix", *TRIZ Journal*, November.
11. Domb, E. (1998b). "Using the ideal final result to define the problem to be solved", *TRIZ Journal*, June.
12. Duran-Novoa, R., Leon-Rovira, N., Aguayo-Tellez, H., Said, D. (2011), "Inventive problem solving based on dialectical negation, using evolutionary algorithms and TRIZ heuristics", *Computers in Industry*, 62, pp. 437-445.
13. Ericson A, Bertoni M, Larsson T. (2009). "Needs and requirements – how TRIZ may be applied in product-service development", *Second Nordic conference on product lifecycle management – NordPLM'09*, Goteborg; January 28–29.
14. Fresner, J., Janstchgi, J., Birkel, S., Barntharel, J., Krenn, Ch. (2010). "The theory of inventive problem Solving (TRIZ) as option generation tool within cleaner production projects", *Journal of Cleaner Production*,

- Volume 18, Issue 2, January, Pages 128-136.
15. Jones, N. (2003). "Competing after radical technological change: The significant of product line management strategy", *Strategic Management Journal*, 24, pp.1265-1287.
 16. Kevin C.R. (2001). "TRIZ and software – 40 principle analogies, part I and II", *TRIZ Journal*, April.
 17. Kim J., Kim J., Lee Y., Lim W., Moon (2009). "Application of TRIZ creativity intensification approach to chemical process safety", *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Volume 22, Issue 6, November, Pages 1039-1043.
 18. 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.
 19. Mann D. (2002). *Hands-on systematic innovation*, Ieper: CREAX Press, malaysia.
 20. Mann, D. (2004a). "Comparing The Classical And New Contradiction Matrix, Part 2 – Zooming In", *TRIZ Journal*, July
 21. Mann, D. (2004b). "TRIZ for Software", *TRIZ Journal*, Oct.
 22. Mann, D., Cathain, C. O. (2001). "40 Inventive (Architecture) Principles with Examples", *TRIZ Journal*, July.
 23. Mann, D., Domb, E. (1999). "40 Inventive (Business) Principles with Examples", *TRIZ Journal*, September.
 24. Petrov, V. (2002). "The laws of system evolution", *TRIZ Journal*, March.
 25. Rantanen, K., Domb E. (2002). *Simplified TRIZ: new problem-solving applications for engineers & manufacturing professionals*, CRC Press LLC, Florida, pages 129-193.
 26. Rea, K.C. (2002). "Applying TRIZ to Software Problems - Creatively Bridging Academia and Practice in Computing", *TRIZ Journal*, October.
 27. Retseptor, G. (2003). "40 Inventive Principles in Quality Management", *TRIZ Journal*, March.
 28. Rivin, E., Fey, V. (2005). "Use of TRIZ in Design curriculum", *ABET Annual Meeting Proceeding*, pp. 161-164.
 29. Schweiser, T. (2002). "Integrating TRIZ in to the curriculum: An Education at Imperative", TRIZ conference proceeding.
 30. Souchkov V. (2005). *Accelerate Innovation with TRIZ*, ICG T&C.
 31. Strattona, R.; Mann D., (2003), "Systematic innovation and the underlying principles behind TRIZ and TOC", *Journal of Materials Processing Technology*, 139, 120–126.
 32. Tate, K., Domb, E. (1997). "40 Inventive Principles with Examples", *TRIZ Journal*, July.
 33. Terninko, J. (2000). "Su-field analysis", *TRIZ Journal*, February.
 34. Terninko, J. (2001). "40 Inventive Principles with Social Examples", *TRIZ Journal*, June.

35. Yang, C.J., Chen, J.L. (2011), "Accelerating preliminary eco-innovation design for products that integrates case-based reasoning and TRIZ Method", *Journal of Cleaner production*, 19, pp. 998-1006.
36. Zhang J., Chai K.H., Tan K.C. (2003). "40 Inventive Principles with Applications in Service Operations Management", *TRIZ Journal*, September.
37. Zhang, J., Shang, J. (2010). "Research on Developing Environmental Protection Industry Based on TRIZ Theory", *Procedia Environmental Sciences*, 2, pp.1326-1334.
38. Zlotin, B., Zusman, A. (1999). "ARIZ to the move", *TRIZ Journal*, march.
39. Zoyzen, Z. (1997). "Solving contradictions in development of new generation products using TRIZ", *TRIZ Journal*, February.